

特許協力条約に基づく国際出願

願 書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

国際出願番号	受理官庁記入欄 PCT 18.9.03 受領印
国際出願日	
(受付印)	
出願人又は代理人の書類記号 (希望する場合、最大12字)	S03P1046W000

第I欄 発明の名称 固体撮像素子及びその製造方法

第II欄 出願人 ☐ この欄に記載した者は、発明者でもある。

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

ソニー株式会社
SONY CORPORATION
〒141-0001 日本国東京都品川区北品川6丁目7番35号
7-35, Kitashinagawa 6-chome, Shinagawa-ku,
TOKYO 141-0001 JAPAN

電話番号: 03-5448-2111

ファクシミリ番号:
03-5448-2244

加入電話番号:

出願人登録番号:

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の指定国についての出願人である: ☐ すべての指定国 ☒ 米国を除くすべての指定国 ☐ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

第III欄 その他の出願人又は発明者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

東宮 祥 哲 TOUMIYA Yoshinori
〒141-0001 日本国東京都品川区北品川6丁目7番35号
ソニー株式会社内
c/o SONY CORPORATION
7-35, Kitashinagawa 6-chome, Shinagawa-ku,
TOKYO 141-0001 JAPAN

この欄に記載した者は
次に該当する:

☐ 出願人のみである。

☒ 出願人及び発明者である。

☐ 発明者のみである。
(ここにレ印を付したときは、
以下に記入しないこと)

出願人登録番号:

国籍(国名): 日本国 JAPAN

住所(国名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の指定国についての出願人である: ☐ すべての指定国 ☐ 米国を除くすべての指定国 ☒ 米国のみ ☐ 追記欄に記載した指定国

☐ その他の出願人又は発明者が続表に記載されている。

第IV欄 代理人又は共通の代表者、通知のあて名

次に記載された者は、国際機関において出願人のために行動する:

☒ 代理人

☐ 共通の代表者

氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)

12288 弁理士 角 田 芳 末 TSUNODA Yoshisue
〒160-0023 日本国東京都新宿区西新宿1丁目8番1号
新宿ビル
Shinjuku Bldg., 8-1, Nishishinjuku 1-chome,
Shinjuku-ku, TOKYO 160-0023 JAPAN

電話番号: 03-3343-5821

ファクシミリ番号:
03-3348-2746

加入電話番号:

代理人登録番号:

☐ 通知のためのあて名: 代理人又は共通の代表者が選任されておらず、上記枠内に特に通知が送付されるあて名を記載している場合は、レ印を付す。

第V欄 国の指定

(該当する□にレ印を付すこと; 少なくとも1つの□にレ印を付すこと)。

*規則 4.9(a)の規定に基づき次の指定を行う。ほかの種類の保護又は取扱をいずれかの指定国 (又は OAPI) で求める場合には追記欄に記載する。

広域特許

- ☐ A P A R I P O 特許: G H ガーナ Ghana, G M ガンビア Gambia, K E ケニア Kenya, L S レソト Lesotho, M W マラウイ Malawi, M Z モザンビーク Mozambique, S D スーダン Sudan, S L シェラレオネ Sierra Leone, S Z スワジランド Swaziland, T Z タンザニア United Republic of Tanzania, U G ウガンダ Uganda, Z M ザンビア Zambia, Z W ジンバブエ Zimbabwe, 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国 (他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線の上に記載する)
- ☐ E A ユーラシア特許: A M アルメニア Armenia, A Z アゼルバイジャン Azerbaijan, B Y ベラルーシ Belarus, K G キルギスタン Kyrgyzstan, K Z カザフスタン Kazakhstan, M D モルドバ Republic of Moldova, R U ロシア Russian Federation, T J タジキスタン Tajikistan, T M トルクメニスタン Turkmenistan, 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
- ☐ E P ヨーロッパ特許: A T オーストリア Austria, B E ベルギー Belgium, B G ブルガリア Bulgaria, C H and L I スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, C Y キプロス Cyprus, C Z チェコ Czech Republic, D E ドイツ Germany, D K デンマーク Denmark, E E エストニア Estonia, E S スペイン Spain, F I フィンランド Finland, F R フランス France, G B 英国 United Kingdom, G R ギリシャ Greece, H U ハンガリー Hungary, I E アイルランド Ireland, I T イタリア Italy, L U ルクセンブルク Luxembourg, M C モナコ Monaco, N L オランダ Netherlands, P T ポルトガル Portugal, R O ルーマニア Romania, S E スウェーデン Sweden, S I スロベニア Slovenia, S K スロバキア Slovakia, T R トルコ Turkey, 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
- ☐ O A O A P I 特許: B F ブルキナファソ Burkina Faso, B J ベナン Benin, C F 中央アフリカ Central African Republic, C G コンゴ共和国 Congo, C I コートジボワール Côte d'Ivoire, C M カメルーン Cameroon, G A ガボン Gabon, G N ギニア Guinea, G Q 赤道ギニア Equatorial Guinea, G W ギニア・ビサウ Guinea-Bissau, M L マリ Mali, M R モーリタニア Mauritania, N E ニジェール Niger, S N セネガル Senegal, T D チャド Chad, T G トーゴ Togo, 及びアフリカ知的財産機構のメンバー国であり特許協力条約の締約国である他の国 (他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線の上に記載する)

国内特許 (他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線の上に記載する)

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> A E アラブ首長国連邦
United Arab Emirates | <input type="checkbox"/> G H ガーナ Ghana | <input type="checkbox"/> O M オマーン Oman |
| <input type="checkbox"/> A G アンティグア・バーブダ
Antigua and Barbuda | <input type="checkbox"/> G M ガンビア Gambia | <input type="checkbox"/> P G パプアニューギニア Papua New Guinea |
| <input type="checkbox"/> A L アルバニア Albania | <input type="checkbox"/> H R クロアチア Croatia | <input type="checkbox"/> P H フィリピン Philippines |
| <input type="checkbox"/> A M アルメニア Armenia | <input type="checkbox"/> H U ハンガリー Hungary | <input type="checkbox"/> P L ポーランド Poland |
| <input type="checkbox"/> A T オーストリア Austria | <input type="checkbox"/> I D インドネシア Indonesia | <input type="checkbox"/> P T ポルトガル Portugal |
| <input type="checkbox"/> A U オーストラリア Australia | <input type="checkbox"/> I L イスラエル Israel | <input type="checkbox"/> R O ルーマニア Romania |
| <input type="checkbox"/> A Z アゼルバイジャン Azerbaijan | <input type="checkbox"/> I N インド India | <input type="checkbox"/> R U ロシア Russian Federation |
| <input type="checkbox"/> B A ボスニア・ヘルツェゴビナ Bosnia and Herzegovina | <input type="checkbox"/> I S アイスランド Iceland | <input type="checkbox"/> S C セーシェル Seychelles |
| <input type="checkbox"/> B B バルバドス Barbados | <input type="checkbox"/> J P 日本 Japan | <input type="checkbox"/> S D スーダン Sudan |
| <input type="checkbox"/> B G ブルガリア Bulgaria | <input type="checkbox"/> K E ケニア Kenya | <input type="checkbox"/> S E スウェーデン Sweden |
| <input type="checkbox"/> B R ブラジル Brazil | <input type="checkbox"/> K G キルギスタン Kyrgyzstan | <input type="checkbox"/> S G シンガポール Singapore |
| <input type="checkbox"/> B Y ベラルーシ Belarus | <input type="checkbox"/> K P 北朝鮮
Democratic People's Republic of Korea | <input type="checkbox"/> S K スロバキア Slovakia |
| <input type="checkbox"/> B Z ベリーズ Belize | <input checked="" type="checkbox"/> K R 韓国 Republic of Korea | <input type="checkbox"/> S L シェラレオネ Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> C A カナダ Canada | <input type="checkbox"/> K Z カザフスタン Kazakhstan | <input type="checkbox"/> S Y シリア・アラブ Syrian Arab Republic |
| <input type="checkbox"/> C H and L I スイス及びリヒテンシュタイン
Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> L C セントルシア Saint Lucia | <input type="checkbox"/> T J タジキスタン Tajikistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> C N 中国 China | <input type="checkbox"/> L K スリランカ Sri Lanka | <input type="checkbox"/> T M トルクメニスタン Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> C O コロンビア Colombia | <input type="checkbox"/> L R リベリア Liberia | <input type="checkbox"/> T N テュニジア Tunisia |
| <input type="checkbox"/> C R コスタリカ Costa Rica | <input type="checkbox"/> L S レソト Lesotho | <input type="checkbox"/> T R トルコ Turkey |
| <input type="checkbox"/> C U キューバ Cuba | <input type="checkbox"/> L T リトアニア Lithuania | <input type="checkbox"/> T T トリニダード・トバゴ
Trinidad and Tobago |
| <input type="checkbox"/> C Z チェコ Czech Republic | <input type="checkbox"/> L U ルクセンブルク Luxembourg | <input type="checkbox"/> T Z タンザニア
United Republic of Tanzania |
| <input type="checkbox"/> D E ドイツ Germany | <input type="checkbox"/> L V ラトビア Latvia | <input type="checkbox"/> U A ウクライナ Ukraine |
| <input type="checkbox"/> D K デンマーク Denmark | <input type="checkbox"/> M A モロッコ Morocco | <input type="checkbox"/> U G ウガンダ Uganda |
| <input type="checkbox"/> D M ドミニカ Dominica | <input type="checkbox"/> M D モルドバ Republic of Moldova | <input checked="" type="checkbox"/> U S 米国 United States of America |
| <input type="checkbox"/> D Z アルジェリア Algeria | <input type="checkbox"/> M G マダガスカル Madagascar | <input type="checkbox"/> U Z ウズベキスタン Uzbekistan |
| <input type="checkbox"/> E C エクアドル Ecuador | <input type="checkbox"/> M K マケドニア旧ユーゴスラビア
共和国 The former Yugoslav Republic of Macedonia | <input type="checkbox"/> V C セントビンセント及びグレナ
ディーン諸島 Saint Vincent and the Grenadines |
| <input type="checkbox"/> E E エストニア Estonia | <input type="checkbox"/> M N モンゴル Mongolia | <input type="checkbox"/> V N ベトナム Viet Nam |
| <input type="checkbox"/> E S スペイン Spain | <input type="checkbox"/> M W マラウイ Malawi | <input type="checkbox"/> Y U セルビア・モンテネグロ Serbia and Montenegro |
| <input type="checkbox"/> F I フィンランド Finland | <input type="checkbox"/> M X メキシコ Mexico | <input type="checkbox"/> Z A 南アフリカ共和国 South Africa |
| <input type="checkbox"/> G B 英国 United Kingdom | <input type="checkbox"/> M Z モザンビーク Mozambique | <input type="checkbox"/> Z M ザンビア Zambia |
| <input type="checkbox"/> G D グレナダ Grenada | <input type="checkbox"/> N I ニカラグア Nicaragua | <input type="checkbox"/> Z W ジンバブエ Zimbabwe |
| <input type="checkbox"/> G E グルジア Georgia | <input type="checkbox"/> N O ノルウェー Norway | |
| | <input type="checkbox"/> N Z ニュージーランド New Zealand | |

以下の□は、この様式の施行後に特許協力条約の締約国となった国を指定するためのものである。

□..... □..... □.....

指定の確認の宣言: 出願人は、上記の指定に加えて、規則 4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約の下で認められる他の全ての国の指定を行う。但し、追記欄にこの宣言から除く旨の表示をした国は、指定から除かれる。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。(指定の確認は、指定を特定する通知の提出と指定手数料及び確認手数料の納付からなる。この確認は、優先日から15月以内に受理官庁へ提出しなければならない。)

追記欄 この追記欄を使用しないときは、この用紙を廢書に含めないこと。

1. 全ての情報を該当する欄の中に記載できないとき。

この場合は、「第…欄の続き」(欄番号を表示する)と表示し、記載できない欄の指示と同じ方法で情報を記載する。特に、

(i) 出願人又は発明者として3人以上いる場合で、「読案」を使用できないとき。

この場合は、「第 欄の続き」と表示し、第 欄で求められている同じ情報を、それぞれの者について記載する。

(ii) 第 欄または第 欄の枠の中で、「追記欄に記載した指定国」にレ印を付しているとき。

この場合は、「第 欄の続き」、「第 欄の続き」又は「第 欄及び第 欄の続き」と記載し、該当する出願人の氏名(名称)を表示し、それぞれの氏名(名称)の次にその者が出願人となる指定国(広域特許の場合は、ARIPO特許・ユーラシア特許・ヨーロッパ特許・OAPI特許)を記載する。

(iii) 第 欄又は第 欄の枠の中で、発明者又は発明者及び出願人である者が、全ての指定国のための又は米国のための発明者ではないとき。

この場合は、「第 欄の続き」、「第 欄の続き」又は「第 欄及び第 欄の続き」と記載し、該当する発明者の氏名を表示し、その者が発明者である指定国(広域特許の場合は、ARIPO特許・ユーラシア特許・ヨーロッパ特許・OAPI特許)を記載する。

(iv) 第 欄に示す代理人以外に代理人がいるとき。

この場合は、「第 欄の続き」と表示し、第 欄で求められている同じ情報を、それぞれの代理人について記載する。

(v) 第 欄において指定国又はOAPI特許が、「追加特許」又は「追加証」を伴うとき、又は、米国が「継続」又は「一部継続」を伴うとき。

この場合は、「第 欄の続き」及び該当するそれぞれの指定国又はOAPI特許を表示し、それぞれの指定国又はOAPI特許の後に、原特許又は原出願の番号及び特許付与日又は原出願日を記載する。

(vi) 第 欄において、優先権を主張する先の出願が6件以上あるとき。

この場合は、「第 欄の続き」と表示し、第 欄で求められているものと同じ情報を、それぞれの先の出願について記載する。

2. 出願人が、第 欄における確認の指定の宣言に関し、その宣言からいずれかの国を除くことを希望するとき。

この場合は、「確認の指定の宣言から、以下の指定国を除く」と記載し、除かれる国名又は2文字の国コードを表示する。

〔第IV欄の続き〕

11351 弁理士 磯 山 弘 信 ISOYAMA Hironobu
〒160-0023日本国東京都新宿区西新宿1丁目8番1号新宿ビル
Shinjuku Bldg., 8-1, Nishishinjuku 1-chome,
Shinjuku-ku, TOKYO 160-0023 JAPAN

電話番号：

03-3343-5821

ファクシミリ番号：

03-3348-2746

第Ⅵ欄 優先権主張

以下の先の出願に基づく優先権を主張する：

先の出願日 (日、月、年)	先の出願番号	先の出願		
		国内出願：パリ条約同盟国名又は WTO加盟国名	広域出願：*広域官庁名	国際出願：受理官庁名
(1) 27.09.02	特願2002- 284352	日本国 JAPAN		
(2) 14.03.03	特願2003- 070750	日本国 JAPAN		
(3)				
(4)				
(5)				

☐ 他の優先権の主張（先の出願）が追記欄に記載されている。

上記の先の出願（ただし、本国際出願の受理官庁に対して出願されたものに限る）のうち、以下のものについて、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁（日本国特許庁の長官）に対して請求する

☐ すべて ☐ 優先権(1) ☐ 優先権(2) ☐ 優先権(3) ☐ 優先権(4) ☐ 優先権(5) ☐ その他は追記欄参照

*先の出願がARIPO出願である場合には、当該先の出願を行った工業所有権の保護のためのパリ条約同盟国若しくは世界貿易機関の加盟国の少なくとも1ヶ国を表示しなければならない（規則4.10b(ii））：.....

第Ⅶ欄 国際調査機関

国際調査機関（ISA）の選択（2以上の国際調査機関が国際調査を実施することが可能な場合、いずれかを選択し二文字コードを記載。）

ISA / JP

先の調査結果の利用請求；当該調査の照会（先の調査が、国際調査機関によって既に実施又は請求されている場合）

出願日（日、月、年）

出願番号

国名（又は広域官庁名）

第Ⅷ欄 申立て

この出願は以下の申立てを含む。（下記の該当する欄をチェックし、右にそれぞれの申立て数を記載）

申立て数

- ☐ 第Ⅷ欄(i) 発明者の特定に関する申立て :
- ☐ 第Ⅷ欄(ii) 出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て :
- ☐ 第Ⅷ欄(iii) 先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て :
- ☐ 第Ⅷ欄(iv) 発明者である旨の申立て（米国を指定国とする場合） :
- ☐ 第Ⅷ欄(v) 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て :

第IX欄 照合欄；出願の言語

この国際出願は次のものを含む。

(a) 紙形式での枚数

願書(申立てを含む)..... 5 枚

明細書(配列表または配列表
に関連する表を除く)..... 29 枚

請求の範囲..... 4 枚

要約書..... 1 枚

図面..... 16 枚

小 計 55 枚

配列表..... 枚

配列表に関連する表..... 枚

(いずれも、紙形式での出願の場合はその枚数
コンピュータ読み取り可能な形式の有無を問わない。
下記(C)参照)

合 計 55 枚

(b) ☐ コンピュータ読み取り可能な形式のみの
(実施細則第 801 号(a)(i))(i) ☐ 配列表(ii) ☐ 配列表に関連する表(c) ☐ コンピュータ読み取り可能な形式と同一の
(実施細則第 801 号(a)(ii))(i) ☐ 配列表(ii) ☐ 配列表に関連する表媒体の種類(フロッピーディスク、CD-ROM、CD-R、その他)
と枚数☐ 配列表.....☐ 配列表に関連する表.....

(追加的写しは右欄 9. (ii)または 10(ii)に記載)

この国際出願には、以下にチェックしたものが添付されている。

- | | | |
|--|---|---|
| 1. <input checked="" type="checkbox"/> 手数料計算用紙 | 数 | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面 | | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 国際事務局の口座への振込を証明する書面 | | 1 |
| 2. <input type="checkbox"/> 個別の委任状の原本 | | |
| 3. <input type="checkbox"/> 包括委任状の原本 | | |
| 4. <input checked="" type="checkbox"/> 包括委任状の写し(あれば包括委任状番号) | | 2 |
| 5. <input type="checkbox"/> 記名押印(署名)の欠落についての説明書 | | |
| 6. <input checked="" type="checkbox"/> 優先権書類(上記第 欄の()の番号を記載する): (1), (2) | | 2 |
| 7. <input type="checkbox"/> 国際出願の翻訳文(翻訳に使用した言語名を記載する): | | |
| 8. <input type="checkbox"/> 寄託した微生物又は他の生物材料に関する書面 | | |
| 9. <input type="checkbox"/> コンピュータ読み取り可能な配列表
(媒体の種類と枚数も表示する) | | |
| (i) <input type="checkbox"/> 規則 13 の 3 に基づき提出する国際調査のための写し
(国際出願の一部を構成しない) | | |
| (ii) <input type="checkbox"/> (左欄(b)(i)又は(c)(i))にレ印を付した場合のみ
規則 13 の 3 に基づき提出する国際調査のための写しを含む追加的写し | | |
| (iii) <input type="checkbox"/> 国際調査のための写しの同一性、又は左欄に記載した配列表を含む写しの同
一性についての陳述書を添付 | | |
| 10. <input type="checkbox"/> コンピュータ読み取り可能な配列表に関連する表
(媒体の種類と枚数も表示する) | | |
| (i) <input type="checkbox"/> 実施細則第 802 号の 4 に基づき提出する国際調査のための写し
(国際出願の一部を構成しない) | | |
| (ii) <input type="checkbox"/> (左欄(b)(ii)又は(c)(ii))にレ印を付した場合のみ
実施細則第 802 号の 4 に基づき提出する国際調査のための写しを含む追加的写し | | |
| (iii) <input type="checkbox"/> 国際調査のための写しの同一性、又は左欄に記載した、配列表に関連した表
を含む写しの同一性についての陳述書を添付 | | |
| 11. <input type="checkbox"/> その他(書類名を具体的に記載): | | |

要約書とともに提示する図面: 3

本国際出願の言語: 日本語

第X欄 出願人、代理人又は共通の代表者の記名押印

各人の氏名(名称)を記載し、その次に押印する。

角 田 芳 末



磯 山 弘 信



受理官庁記入欄

1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

3. 国際出願として提出された書類を補充する書面又は図面であって
その後期間内に受理されたものの実際の受理の日(訂正日)

4. 特許協力条約第 11 条(2)に基づく必要な補充の期間内の受理の日

5. 出願人により特定された
国際調査機関

ISA/JP

6. ☐ 調査手数料未払いにつき、国際調査機関に
調査用写しを送付していない。

2. 図面

☐ 受理された☐ 不足図面がある

国際事務局記入欄

記録原本の受理の日:

明 細 書

固体撮像素子及びその製造方法

技術分野

本発明は、固体撮像素子に層内レンズを備えてなる固体撮像素子及び製造方法に関する。

背景技術

固体撮像素子では、各センサ部の受光面の微細化が進んだり、受光面を挟んで遮光パターンや配線パターンのような各種の膜が積層されるような場合、入射光率が低下する。特に、遮光パターンや配線パターンが多く積層されるようなCMOS型の固体撮像素子においては、入射光が配線等に遮られて入射光率を低下する。このような入射光率の低下に対する対策としては、受光面上に対応する配線層の間に層内レンズ、即ち層内集光レンズを設け、入射光を配線に遮られずにセンサ部へ集光させ、集光率を改善する方法が知られている（例えば特開2001-94085号参照）。

従来、多層配線を有するCMOS型固体撮像素子の層内集光レンズは、次のようにして形成されていた。センサ部を形成した基板上に絶縁層を介して各センサ部を挟んで平行する第1の配線を形成した後、全面に流動性膜（いわゆるリフロー膜）を形成する。流動性膜として、例えばCVD（化学気相成長）法により屈折率1.4～1.46程度のBPSG（ボロン・リン・シリケートガラス）膜を堆積する。次に、このBPSG膜を、800～950℃程度の温度で熱処理することでリフローさせる。この遮光パターンの段差を利用したリフロー処理により、BPSG膜は第1の配線に平行したシリンドリカルな凹形状に形成される。次に、プラズマCVD法によって屈折率2.0程度の窒化シリコン膜を堆積し、この窒化シリコン膜をCMP法（化学機械研磨法）により平

平坦化する。これにより、屈折率の小さい凹形状のＢＰＳＧ膜と屈折率の大きい平坦化された窒化シリコン膜とにより、一方向に延びる第１のシリンドリカル層内集光レンズが形成される。次に、第１のシリンドリカル層内集光レンズを構成する膜上に第１の配線と直交するように、センサ部を挟んで平行する第２の配線を形成した後、同じようにして第２の配線に沿うシリンドリカルな凹形状のＢＰＳＧ膜を形成し、その上に平坦化した窒化シリコン膜を形成し、第２のシリンドリカル層内集光レンズを形成する。この２つの互いに交差する第１及び第２のシリンドリカル層内集光レンズで、各センサ部毎に区画された層内集光レンズが形成される。

ところで、上述した流動性膜を用いた層内集光レンズの形状は、そのレンズの高さやレンズの位置、曲率が下地の遮光膜または配線の間隔、高さで自己整合的に決定されてしまう。このため、最適に集光する上で必要な層内集光レンズの形状を得ることが難しい。

また、流動性膜のリフロー過程においては、 $800 \sim 950^{\circ}\text{C}$ の高温での熱処理を必要としていることから、配線層に実績のあるＡ１を使用することが出来なかった。

発明の開示

本発明は、最適な集光を可能にした精度の良い単一の層内レンズを備えた固体撮像素子ならびにその製造方法を提供するものである。

本発明に係る固体撮像素子は、受光部を含む複数の画素と、受光部の上方に形成された、複数の配線を含む配線層と複数のレンズとを有し、複数のレンズの少なくとも１つは、エッチングにより形成された凹部を有する第１の層と、凹部を埋めるように形成

された第2の層とから成る層内レンズであることを特徴とする。

配線層は、少なくとも受光部を挟んだ両側に形成された第1の配線と、第2の配線とを有し、第1の配線と第2の配線とが受光部からの距離を異にして形成されている。層内レンズは第1の配線と第2の配線との間に位置する。

第1の配線と第2の配線とは、一体的に形成し、所定の電圧源に接続されるように形成することができる。画素は電荷読み出し用トランジスタと、電荷読み出し用トランジスタのゲート電極を覆って平坦化する平坦化膜とを有し、複数の配線は平坦化膜の上方に形成されている。よって、第1の層は複数の配線を直接覆って形成されて配線層を構成する絶縁層で形成することができる。よって、第1の層は、配線層上に形成された絶縁層で形成することができる。層内レンズは、撮像領域の中心から離れた画素においてほど、その中心が受光部の中心上から撮像領域の中心側に偏って形成することができる。複数のレンズの少なくとも1つは層内レンズの上方に形成されたオンチップレンズとすることができる。

本発明に係る固体撮像素子は、受光部を含む複数の画素と、受光部の上方に形成された、複数の配線を含む配線層と複数のレンズとを有し、複数のレンズの少なくとも1つは、エッチングにより形成された凸部を有する第1の層と、凸部を覆って形成された第2の層とから成る層内レンズであることを特徴とする。

配線層は、少なくとも受光部を挟んだ両側に形成された第1の配線と、第2の配線とを有し、第1の配線と第2の配線とが受光部からの距離を異にして形成されている。層内レンズは第1の配線と第2の配線との間に位置する。第1の層と第2の層との間には、凸部を覆って形成された第3の層を有することができる。

本発明に係る固体撮像素子によれば、CMOS型の固体撮像素

子において、各受光部に対して第 1 の層をエッチングして形成した凹部を第 2 の層で埋めるようにして層内レンズ（凹レンズ）を形成するので、配線の凹凸に依存することなく適切な位置に層内レンズを配置することができる。これによって、入射光を受光部へ最適に集光させることができる。単一の層内レンズであるので、層内レンズの構成が簡単になる。受光部を挟んで両側に受光部からの距離が異なるように第 1 の配線及び第 2 の配線が形成される場合、その配線の凹凸に依存して層内レンズを形成使用とすると、受光部に対する所望の位置に層内レンズを配置できない可能性が高い。しかし、本発明では、受光部からの距離が異なる配線を含む場合でも配線に依存することなく、層内レンズ（凹レンズ）を所望の位置に配置することができる。第 1 の配線と第 2 の配線とが一体的に形成されて所定の電圧源に接続されるような配線が配置されていても、配線に影響されずに層内レンズを所望の位置に配置することができる。読み出し用トランジスタのゲート電極が受光部に対して偏って形成されている固体撮像素子であっても、ゲート電極の凹凸に依存することなく、所望の位置に層内レンズを配置することができる。

配線層を構成する絶縁層に対して凹部を設けて層内レンズを形成するとき、受光部に近い位置に層内レンズを形成することができる。したがって、受光部上の層厚を低減し固体撮像素子の小型化を図ることができる。配線層とは別に形成された絶縁層に凹部を形成して層内レンズを形成するとき、集光した光を配線層横を通して受光部に導くときに、別形成された絶縁層の界面での屈折も利用できる。配線層に含まれる配線の凹凸に依存せずに撮像領域内における入射光の傾きの偏りに応じて層内レンズを配置することができる。層内レンズを撮像領域の中心から離れた画素ほど、層内レンズ中心を受光部の中心から撮像領域の中心側に偏

って形成するときは、斜め光によるシェーディングが改善され、
瞳補正が可能になる。複数のレンズの少なくとも1つが層内レン
ズの上方に形成されたオンチップレンズとすることにより、オン
チップレンズと層内レンズとの共同作業により入射光を受光部へ
5 集光させることができる。

本発明に係る固体撮像素子によれば、CMOS型の固体撮像素
子において、各受光部に対して第1の層をエッチングして形成し
た凹部を第2の層で埋めるようにして層内レンズ（凸レンズ）を
形成するので、配線の凹凸に依存することなく、適切な位置に層
10 内レンズを配置することができる。これによって、入射光を受光部
へ最適に集光させることができる。単一の層内レンズであるので、
層内レンズの構成が簡単になる。受光部を挟んで両側に受光部か
らの距離が異なるように第1の配線及び第2の配線が形成される
場合、その配線の凹凸に依存して層内レンズを形成使用すると、
15 受光部に対する所望の位置に層内レンズを配置できない可能性が
高い。しかし、本発明では、受光部からの距離が異なる配線を含
む場合でも配線に依存することなく、層内レンズ（凸レンズ）を
所望の位置に配置することができる。第1の層と第2の層との間
に凸部を覆って第3の層を形成するときは、層内レンズである凸
20 形状をなめらかに形成することができる。

本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、基板表面に複数の受
光部を形成する工程と、受光部を挟んだ両側に配線を形成する工
程と、第1の屈折率を有する第1の絶縁層を形成する工程と、エ
ッチング用マスクを用いて第1の絶縁層をエッチングし、受光部
25 の上方に凹部を形成する工程と、凹部を埋めるように第2の屈折
率を有する第2の絶縁層を形成する工程とを有することを特徴と
する。この製造方法において、配線を形成する工程より前に、電
荷読み出し用とトランジスタを形成する工程と、電荷読み出し用

トランジスタを動作するためのゲート電極を形成する工程と、ゲート電極を覆って平坦化する平坦化膜を形成する工程とを有し、配線及び凹部を平坦化膜より上方に形成することができる。

5 本発明に係る固体撮像素子の製造方法によれば、各受光部に対応して第1の屈折率を有する第1の絶縁層をエッチングして凹部を形成し、この凹部を埋めるように第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成することにより、配線の凹凸に依存することなく適切な位置に凹レンズによる層内レンズを形成することができる。これによって、入射光を受光部へ最適に集光するCMOS型の固
10 体撮像素子を製造することができる。配線を形成する工程より前に、電荷読み出し用トランジスタ、そのゲート電極、ゲート電極を覆って平坦化する平坦化膜を形成する工程を有し、配線及び凹部を平坦化膜より上方に形成することにより、受光部に近い位置に凹レンズによる層内レンズを形成することができる。これによ
15 り受光部上の層厚を低減し小型化された固体撮像素子を製造することができる。

本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、基板表面に複数の受光部を形成する工程と、受光部を挟んだ両側に配線を形成する工程と、第1の屈折率を有する第1の絶縁層を形成する工程と、第
20 1の絶縁層上の受光センサ部に対応した位置にリフロー処理により表面が凸状面をなしたリフロー膜を形成する工程と、リフロー膜と共に第1の絶縁層をエッチバックして、第1の絶縁層に凸状面を転写する工程と、第1の絶縁層上に第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成する工程とを有することを特徴とする。この製
25 造方法において、第2の絶縁層を形成する工程より前に、第1の絶縁層の凸状面を覆う第3の絶縁層を形成することができる。

本発明に係る固体撮像素子の製造方法によれば、各受光部に対応して第1の屈折率を有する第1の絶縁層上に凸状面をなしたり

フロー膜を形成し、リフロー膜と共に第1の絶縁層をエッチバックして第1の絶縁層に凸状面を転写し、この第1の絶縁層上に第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成することにより、配線の凹凸に依存することなく適切な位置に凸レンズによる層内レンズを形成することがきる。これによって、入射光を受光部へ最適に集光するCMOS型の固体撮像素子を製造することができる。第2の絶縁層を形成する工程より前に、第1の絶縁層の凸状面を覆う第3の絶縁層を形成するときは、層内レンズである凸レンズ形状することができる。

10 本発明に係る固体撮像素子は、受光センサ部とMOSトランジスタからなる画素が複数配列されてなり、各受光センサ部に対応して夫々単一の層内集光レンズが形成される。

この固体撮像素子においては、受光センサ部より上方に形成された最上層の配線の一部を受光センサ部を挟む両側に位置して構成することができる。層内集光レンズは、撮像領域の周辺に行くに従って、レンズ中心を受光センサ部の中心より撮像領域の中心側に偏って形成することができる。

この固体撮像素子においては、受光センサ部を挟む両側に位置する最上層の配線の一部を、受光センサ部に対して非対称の配置し、非対称の配線に影響されずに層内集光レンズを形成した構成とすることができる。

配線としては、Alを含む金属材で形成することができる。

本発明に係る固体撮像素子によれば、CMOS型の固体撮像素子において、各受光センサ部に対応して単一の層内集光レンズを有することができる。このため、遮光パターン、配線パターン等が多く積層された構成でも、入射光を受光センサ部へ最適に集光させることができる。また、単一の層内集光レンズであるので、層内集光レンズの構成が簡単になる。また、撮像領域の周辺側の

層内集光レンズは、レンズ中心が周辺側へ行くに従って受光センサ部の中心より撮像領域の中心側に偏って形成するときは、斜め光によるシェーディングの改善が図れる。CMOS型の固体撮像素子の配線をAlを含む金属材料で形成できるので、配線としての信頼性が得られる。

受光センサ部を挟む両側に位置する最上層の配線の一部が、受光センサ部に対して非対称の配置され、非対称の配線に影響されずに層内集光レンズが形成されるときは、配線、遮光膜の配置を気にすることなく、単一の層内集光レンズを形成することが可能になる。従って、精度のよい単一の層内集光レンズにより集光率が改善され、且つ信頼性の高いCMOS型の固体撮像素子を提供することができる。

本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、受光センサ部とMOSトランジスタからなる複数の画素が配列された半導体領域上に絶縁層を介して各受光センサ部を挟む配線を形成する工程と、全面に第1の屈折率を有する第1の絶縁層を形成する工程と、エッチング用マスクを有して第1の絶縁層を各受光センサ部に対応する位置で等方性エッチングにより選択的に除去して各受光センサ部に対応した凹部を形成する工程と、凹部を含む全面に第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成する工程と、第2の絶縁層を平坦化して凹部内に第2の絶縁層を残し、第1及び第2の絶縁層により単一の層内集光レンズを形成する工程とを有することを特徴とする。

本発明に係る固体撮像素子の製造方法によれば、第1の絶縁層の凹部をレジストマスクを介して等方性エッチングし、その後に第2の絶縁層を形成して層内集光レンズを形成している。このため、CMOS型の固体撮像素子において、単一の層内集光レンズを容易に形成することができる。高温のリフロー処理を必要とし

ないので、配線を Al を含む金属材料で形成することができる。

層内集光レンズの形状（レンズの高さ、レンズの位置、レンズの曲率等）は、レジストマスク開口パターンやエッチング条件等を変更することにより、簡単に調整することができる。また、レジ

- 5 ストマスクの開口パターンを変更するだけで、簡単に層内集光レンズの中心を受光センサ部の中心より撮像領域の中心側に偏らすことができる。これにより、撮像領域の周辺での斜め光によるシェーディング対策として、レンズずらしによる瞳補正法を適用することができる。このように本発明の製造方法によれば、CMOS
- 10 S型の固体撮像素子における層内集光レンズを精度よく形成することができる。

- 本発明に係る固体撮像素子の製造方法は、受光センサ部とMOS
- 15 Sトランジスタからなる複数の画素が配列された半導体領域上に絶縁層を介して各受光センサ部を挟む配線を形成する工程と、全面に第1の屈折率を有する第1の絶縁層を形成する工程と、第1の絶縁層上の各受光センサ部に対応した位置に、リフロー処理により表面が凸状面をなしたリフロー膜を形成する工程と、リフロー膜と共に第1の絶縁層をエッチバックして、第1の絶縁層に凸状面を転写する工程と、第1の絶縁層上に第2の屈折率を有する
- 20 平坦化膜を形成して第1の絶縁層及び平坦化膜により単一の層内集光レンズを形成する工程とを有することを特徴とする。

- 本発明に係る固体撮像素子の製造方法によれば、第1の屈折率を有する第1の絶縁層上に各受光センサ部に対応した位置にリフロー処理により表面が凸状面をなしたリフロー膜を形成し、この
- 25 リフロー膜と共に、第1の絶縁層をエッチバックすることにより、第1の絶縁層に凸状面が転写される。この第1の絶縁層上に第2の屈折率を有する平坦化膜（絶縁層）を形成して凸状レンズによる層内集光レンズを形成するので、単一の層内集光レンズを容易

に形成することができる。特に最上沿いの配線の一部が受光センサ部を挟んで両側に平行して、且つ受光センサ部に対して非対称に配置される場合に、下地配線に影響されずに各受光センサ部に対して層内集光レンズを形成することができる。層内集光レンズの形状（レンズ高さ、レンズ位置、レンズの曲率等）は、フォトリソットによるリフロー膜のパターンやエッチング条件等を変更することにより、簡単に調整することができる。リフロー膜の形状パターンを変更するだけで、簡単に層内集光レンズの中心を受光センサ部の中心より撮像領域の中心側に偏らすことができる。

5 これにより、撮像領域の周辺での斜め光によるシェーディング対策として、レンズずらし瞳補正法を適用することができる。このように本発明の製造方法によれば、CMOS型の固体撮像素子における層内集光レンズを精度よく形成することができる。

15 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るCMOS型の固体撮像素子の一実施の形態を示す画素部の等価回路図である。図2は、本発明に係るCMOS型の固体撮像素子の一実施の形態を示す画素部の平面図である。図3は、図2のA-A線上の断面図である。図4は、本発明に係るCMOS型の固体撮像素子の一実施の形態を示す撮像領域の周辺の画素部を示す断面図である。図5は、A～C 本発明に係るCMOS型の固体撮像素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その1）である。図6は、A～C 本発明に係るCMOS型の固体撮像素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その2）である。図7は、A～C 本発明に係るCMOS型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その1）である。図8は、A～C 本発明に係るCMOS型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その2）

20

25

である。図 9 は、A ～ B 本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その 3）である。図 10 は、本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の他の実施の形態を示す断面図である。図 11 は、A ～ C 本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その 1）である。図 12 は、A ～ C 本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その 2）である。図 13 は、A ～ B 本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その 3）である。図 14 は、A ～ B 本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その 4）である。図 15 は、本発明に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法の他の実施の形態を示す製造工程図（その 5）である。

15

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 及び図 2 は、本発明に係る固体撮像素子の一実施の形態の要部、即ち画素部の構成を示す。本実施の形態に係る固体撮像素子は、いわゆる CMOS 型の固体撮像素子である。本実施の形態の固体撮像素子 1 は、図 1 に示すように、光電変換を行う受光部、いわゆる受光センサ部（即ち、フォトダイオード）2 と、画素を選択する垂直選択用スイッチ素子（MOS トランジスタ）3 と、読み出し用スイッチ素子（MOS トランジスタ）4 とによって構成された単位画素 5 がマトリックス状に複数配列されて成る撮像領域を有する。読み出し用スイッチ素子 4 の一方の主電極が受光センサ部 2 に接続され、読み出し用スイッチ素子 4 の制御電極（いわゆるゲート電極）が垂直選択用スイッチ素子 3 の一方の主電極

に接続される。各行毎の垂直選択スイッチ素子 3 の制御電極（いわゆるゲート電極）は垂直選択線 6 が接続され、この垂直選択線 6 に垂直走査回路（図示せず）から出力される垂直走査パルスが供給される。各列毎の垂直選択スイッチ素子 3 の他方の主電極は
5 読み出しパルス線 7 に接続され、この読み出しパルス線 7 に水平走査回路（図示せず）から出力される読み出しパルスが供給される。各列毎の読み出し用スイッチ素子 4 の他方の主電極は垂直信号線 8 に接続される。なお、垂直信号線 8 と水平信号線（図示せず）との間に、MOS トランジスタからなる水平スイッチ素子（図
10 示せず）が接続され、水平スイッチ素子の制御電極に水平走査回路から出力される水平走査パルスが供給される。

図 2 は、図 1 の等価回路に対応した撮像領域の要部の平面構造を示す。読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 は垂直方向に沿って形成され、垂直選択線 6 は読み出しパルス線 7 及び垂直信号線
15 8 と直交するように水平方向に沿って形成される。受光センサ部 2 と半導体領域 11 との間にゲート絶縁層を介して L 字型のゲート電極 12 が形成され、受光センサ部 2、半導体領域 11 及びゲート電極 12 により読み出し用スイッチ素子 4 が形成される。垂直選択線 6 と一体のゲート電極 14 と、このゲート電極 14 を挟むソース、ドレイン領域となる両領域 15 及び 16 とにより、垂
20 直選択用スイッチ素子 3 が形成される。17 は読み出し用スイッチ素子 4 を構成する半導体領域 11 と垂直信号線とのコンタクト部、18 は読み出し用スイッチ素子 4 のゲート電極 12 と垂直選択用スイッチ素子 3 の他方の領域 16 とのコンタクト部、19 は
25 垂直選択用スイッチ素子 3 の一方の領域 15 と読み出しパルス線 7 とのコンタクト部を夫々示す。

図 3 は、図 2 の A-A 線上の断面構造を示す。本実施の形態においては、特に、受光センサ部 2、図示せざるも垂直選択用スイ

- 5 ツチ素子 3 及び読み出し用スイッチ素子 4 を形成した半導体基板 2 1 上に、層間絶縁層 2 2 を介して例えば第 1 層配線の垂直選択線 6 と、例えば第 2 層配線の読み出しパルス線 7、垂直信号線 8 が形成され、さらにその上に各受光センサ部 2 の位置に対応する
- 10 ように、隣り合う配線群（読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8）間に単一の層内レンズ、いわゆる層内集光レンズ（凹レンズ、凸レンズ）2 3 が形成されて成る。層内集光レンズ 2 3 上には、カラーフィルタ 2 4 が形成され、さらにその上に各受光センサ部 2、従って各層内集光レンズ 2 3 に対応する位置にオンチップマイクロレンズ 2 5 が形成される。本例では受光センサ部 2 を挟んで配置された最上層である第 2 層配線 7、8 が受光センサ部 2 に対して非対称に設計されている。よって、ある画素の第 2 層配線 8 と隣接画素の第 2 層配線 7 とが受光センサ部から異なる距離に配置されている。
- 15 ここで下側の層間絶縁層 2 2 は、受光センサ部 2 に蓄積された電荷を読み出すための読み出しトランジスタ 4 のゲート電極等による凹凸を覆っており、平坦化膜の役目も果たしている。また、第 1 層配線の垂直選択線 6 とこの配線を絶縁する層間絶縁層 2 2 とを含んで第 1 層配線層が形成される。第 2 層配線の読み出しパ
- 20 ルス線 7 及び垂直信号線 8 と、これらの配線を絶縁し層内集光レンズ 2 3 を形成する絶縁層 2 6 とを含んで第 2 配線層が形成される。

- 25 図 4 は、撮像領域の周辺の画素部を示す。本実施の形態では、周辺側の画素に入射される斜め光 L_1 に対するシェーディング対策として、層内集光レンズ 2 3 を撮像領域の周辺に行くに従って、レンズ中心が受光センサ部 2 の中心より撮像領域の中心側に偏って形成するように成す。

次に、上述した本実施の形態に係る CMOS 型の固体撮像素子

の製造方法の一実施の形態を図 5 及び図 6 を参照して説明する。

5 5 先ず、図 5 A に示すように、半導体基板 2 1 に所謂 C M O S センサを構成する受光センサ部 2、図示せざるも垂直選択用スイッチ素子 3 及び読み出し用スイッチ素子 4 を形成した後、この半導体基板 2 1 上に層間絶縁層 2 2 を介して相互に絶縁された遮光膜、配線、本例では受光センサ部 2 を挟んで一方向に延びる第 1 層配線となる垂直選択線 6、及び受光センサ部 2 を挟んで上記一方向と直交する他方向に延びる第 2 層配線群となる読み出しパルス線 7 と垂直信号線 8 を形成する。これらの垂直選択線 6、読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 は、A 1 を含む金属材料、本例では A 1 により形成される。本例では、第 2 配線群となる読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 は、図 2 に示すように受光センサ部 2 に対して非対称位置に形成される。よって、ある画素の垂直信号線 8 と隣接画素の読み出しパルス線 7 とが受光センサ部 3 から異なる距離に配置されている。

20 次に、図 5 B に示すように、読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 を含む全面に、第 1 の屈折率を有する第 1 の絶縁層 2 6 を形成し、その後、第 1 の絶縁層 2 6 を平坦化する。例えば第 1 の絶縁層 2 6 は、高密度プラズマ C V D 又はプラズマ T E O S 等の低温の C V D 膜、例えば B P S G (ボロン・リン・シリケートガラス) 膜を堆積して形成することができる。B P S G 膜は、前述したように屈折率が 1. 4 0 ~ 1. 4 6 程度である。平坦化は、C M P (化学的機械的研磨) 法を用いて行うことができる。

25 次に、図 5 C に示すように、第 1 の絶縁層 2 6 上にフォトリジスト膜を形成し、このフォトリジスト膜を各受光センサ部 2 に対応する位置に開口 2 7 A が形成されるようにパターンニングして、レジストマスク 2 7 を形成する。このレジストマスク 2 7 を介して等方エッチングにより、第 1 の絶縁層 2 6 を選択的にエッチン

グ除去する。これにより、第 1 の絶縁層 2 6 には、各受光センサ部 2 に対応して層内集光レンズを形成するための凹部 2 8 が形成される。この凹部 2 8 は、その位置、大きさ、曲率、深さ等をレジストマスク 2 7 の開口 2 7 A、エッチング時間等により任意に
5 制御することができる。

次に、レジストマスク 2 7 を除去した後、図 6 A に示すように、凹部 2 8 を埋めるように全面に第 2 の屈折率を有する第 2 の絶縁層 2 9 を形成する。第 2 の絶縁層 2 9 は、例えばプラズマ C V D 法による窒化シリコン (P - S i N) 膜を堆積して形成することが
10 できる。この窒化シリコン膜は、前述したように屈折率が 2 . 0 程度である。

次に、図 6 B に示すように、エッチバック等により第 2 の絶縁層 2 9 を平坦化する。これにより凹部 2 8 において、屈折率の小さい第 1 の絶縁層 2 6 と屈折率の大きい第 2 の絶縁層 2 9 とによ
15 る単一の層内集光レンズ (凹レンズ) 2 3 が形成される。この層内集光レンズ 2 3 では、平坦化された第 2 の絶縁層 2 9 の上面の界面と平坦化されない第 1 の絶縁層 2 6 の上面の界面で、屈折率の相対的な関係により、光が収束する方向に屈折する。

次に、図 6 C に示すように、上記平坦化された上面にカラーフ
20 ィルタ 2 4 を形成し、さらにカラーフィルタ 2 4 上にオンチップマイクロレンズ 2 5 を形成して、目的の C M O S 型の固体撮像素子 1 を得る。

本実施の形態に係る C M O S 型の固体撮像素子 1 によれば、各受光センサ部 2 に対応して単一の層内集光レンズ、本例では凹レ
25 ンズ 2 3 を有するので、遮光パターン、配線パターン等が多く積層された構成でも、入射光を受光センサ部 2 へ最適に集光させることができる。最上層の配線 7、8 が受光センサ部 2 を挟んで両側に配置されている場合にも各受光センサ部に単一の層内集光レ

レンズを有するので集光率の向上が図れる。また、2つのシリンドリカルな層内集光レンズを組み合わせることなく、単一の層内集光レンズ23であるので、層内集光レンズの構成が簡単になる。

- 5 配線6、7、8をA1を含む金属材料で形成できるので、配線6、7、8としての信頼性が得られる。また、撮像領域の周辺側の層内集光レンズ23は、レンズ中心が周辺側へ行くに従って受光センサ部2の中心より撮像領域の中心側に偏って形成されるので、斜め光によるシェーディングの改善が図れる。配線7、8が受光センサ部2に対して非対称に配置されていて、層内集光レンズ23は下地配線に影響されずに形成され、良好な受光が得られる。
- 10 従って、精度のよい単一の層内集光レンズにより集光率が改善され、且つ信頼性の高いCMOS型の固体撮像素子を提供することができる。

- 15 本実施の形態に係るCMOS型の固体撮像素子の製造方法によれば、第1の絶縁層16の凹部28をレジストマスク27を介して等方性エッチングし、その後に第2の絶縁層19を形成して層内集光レンズ23を形成するので、単一の層内集光レンズを容易に形成することができる。特に最上層の配線の一部が受光センサ部2を挟んで両側に平行して且つ受光センサ部2に対して非対称
- 20 に配置される場合に、下地の配線に影響されずに各受光センサ部に対して層内集光レンズ23を形成することができる。層内集光レンズ23の形状（レンズの高さ、レンズの位置、レンズの曲率等）は、レジストマスク27の開口27Aのパターン（いわゆる開口パターン）やエッチング条件等を変更することにより、簡単
- 25 に調整することができる。高温のリフロー処理を必要としないので、配線6、7、8をA1を含む金属材料で形成することができる。また、レジストマスク27の開口パターンを変更するだけで、簡単に層内集光レンズ23の中心を受光センサ部2の中心より撮

像領域の中心側に偏らすことができる。これにより、撮像領域の周辺での斜め光によるシェーディング対策として、いわゆるレンズずらしによる瞳補正法を適用できる。このように本実施の形態の製造方法によれば、CMOS型の固体撮像素子における層内集光レンズ23を精度よく形成することができる。

次に、上述した本実施の形態に係るCMOS型の固体撮像素子及びその製造方法の他の実施の形態を図7、図8及び図9を参照して説明する。

10 先ず、図7Aに示すように前述と同様に、半導体基板21に所謂CMOSセンサを構成する受光センサ部2、図示せざるも垂直選択用スイッチ素子3及び読み出し用スイッチ素子4を形成した後、この半導体基板21上に層間絶縁層22を介して相互に絶縁された遮光膜、配線、本例では受光センサ部2を挟んで一方向に延びる第1層配線となる垂直選択線6、及び受光センサ部2を挟んで上記一方向と直交する他方向に延びる第2層配線群となる読み出しパルス線7と垂直信号線8を形成する。これらの垂直選択線6、読み出しパルス線7及び垂直信号線8は、A1を含む金属材料、本例ではA1により形成される。本例では、第2層配線群となる読み出しパルス線7及び垂直信号線8は、図2に示したように受光センサ部2に対して非対称位置に形成される。よって、ある画素の垂直信号線8と隣接画素の読み出しパルス線7とが受光センサ部2から異なる距離に配置されている。

25 次に、図7Bに示すように、読み出しパルス線7及び垂直信号線8を含む全面に、第1の平坦化膜(絶縁層)261を形成する。次に第1の屈折率を有する第1の絶縁層291を形成する。例えば第1の絶縁層291は、高密度プラズマCVD又はプラズマTEOS等の低温のCVD膜、例えばプラズマSiN膜(紫外領域の光を透過し易い膜)、あるいは第1の絶縁層と同程度の屈折率を

有する B P S G (ボロン・リン・シリケートガラス) 膜を堆積して形成することができる。ここで、前述と同様に垂直選択線 6 とこの配線を絶縁する層間絶縁層 2 2 とを含んで第 1 層配線層が形成される。また、読み出しパルス線 7、垂直選択線 8 とこれら配線を絶縁する平坦化膜 2 6 1 とを含んで第 2 層配線層が形成される。

次に、図 7 C に示すように、第 1 の絶縁層 2 9 1 上にフォトレジスト膜を形成し、パターンニングして各受光センサ部上に対応する位置に夫々フォトレジスト膜によるリフロー膜 2 7 を形成する。

次に、図 8 A に示すように、このリフロー膜 2 7 を所要の温度でリフローさせて、表面を凸状面としたリフロー膜 2 7 1 とする。

次に、図 8 B に示すように、凸状面を有するリフロー膜 2 7 1 と共に、下層の第 1 の絶縁層 2 9 1 をエッチバックし、第 1 の絶縁層 2 9 1 にリフロー膜 2 7 1 の表面形状を転写し、第 1 の絶縁層 2 9 1 に凸状部 2 9 1 A を形成する。この凸状部 2 9 1 A は、その位置、大きさ、曲率、深さ等をリフロー膜 2 7 1 の形状、エッチング時間等により任意に制御することができる。

次に、図 8 C に示すように、凸状部 2 9 1 A を有する第 1 の絶縁層 2 9 1 上に第 1 の絶縁層 2 9 1 の表面形状に沿うように、第 1 の絶縁層 2 9 1 と同程度の屈折率を有する第 2 の絶縁層 3 0 1 を形成する。第 2 の絶縁層 3 0 1 は、例えば屈折率が 2 . 0 程度のプラズマ C V D 法による窒化シリコン膜 (P - S i N 膜) で形成することができる。

次に、図 9 A に示すように、第 2 の絶縁層 3 0 1 上に第 2 の屈折率を有する第 2 の平坦化膜 (絶縁層) 3 0 2 を形成する。第 2 の平坦化膜 3 0 2 は、例えば屈折率 1 . 5 程度の絶縁層で形成することができる。第 2 の平坦化膜 3 0 2 は、例えば、熱硬化性アクリル樹脂膜で形成することができる。これにより凸状部 2 9 1

Aにおいて、屈折率の大きい第1及び第2の絶縁層291及び301と屈折率の小さい第2の平坦化膜302による単一の層内集光レンズ（凸レンズ）231が形成される。この層内集光レンズ231では、第2の平坦化膜302と第1及び第2の絶縁層291及び301の上面との界面で、屈折率の相対的な関係により、光が収束する方向に屈折する。

次に、図9Bに示すように、第2の平坦化膜302の上面にカラーフィルタ24を形成し、さらにカラーフィルタ24上にオンチップマイクロレンズ25を形成して、目的のCMOS型の固体撮像素子100を得る。

尚、第2の絶縁層301と平坦化膜302との界面には、両層の屈折率の中間の屈折率を有する反射防止膜を形成し、また、第1の平坦化膜261と第1の絶縁層291との界面にも両層の屈折率の中間の屈折率を有する反射防止膜を形成することができる。

本実施の形態に係るCMOS型の固体撮像素子100によれば、各受光センサ部2に対して単一の層内集光レンズ、本例では凸レンズ231を有するので、遮光パターン、配線パターン等が多く積層された構成でも、入射光を受光センサ部2へ最適に集光させることができる。最上層の配線7、8が受光センサ部2を挟んで両側に配置されている場合にも各受光センサ部に単一の層内集光レンズを有するので、集光率の向上が図れる。また、2つのシリンドリカルな層内集光レンズを組み合わせることなく、単一の層内集光レンズ231であるので、層内集光レンズの構成が簡単になる。配線6、7、8はA1を含む金属材料で形成できるので、配線6、7、8としての信頼性が得られる。また、撮像領域の種

辺側の層内集光レンズ231は、レンズ中心が周辺へ行くに従って受光センサ部2の中心側に偏って形成されるので、斜め光によるシェーディングの改善が図れる。配線7、8が受光センサ部2

に対して非対称に配置されていても、層内集光レンズ 231 は、下地配線に影響されずに形成され、良好な集光が得られる。従って、精度のよい単一の層内集光レンズにより集光率が改善され、且つ信頼性の高い CMOS 型の固体撮像素子を提供することができる。

本実施の形態に係る CMOS 型の固体撮像素子 100 の製造方法によれば、第 1 の絶縁層 291 上に各受光センサ部 2 に対応して、表面が凸状面となしたリフロー膜 271 を形成し、このリフロー膜 271 と共に、第 1 の絶縁層 291 をエッチバックすることにより、第 1 の絶縁層 291 にリフロー膜の表面形状、即ち凸状面が転写される。この凸状部 291A に沿うように第 1 の絶縁層 291 上に第 1 の絶縁層 291 と同程度の屈折率（第 1 の屈折率）を有する第 2 の絶縁層 301 を形成した後、全面に第 2 の屈折率を有する第 2 の平坦化膜 302 を形成して凸状レンズによる層内集光レンズ 231 を形成するので、単一の層内集光レンズを容易に形成することができる。特に最上沿うの配線の一部が受光センサ部 2 を挟んで両側に平行して、且つ受光センサ部 2 に対して非対称に配置される場合に、下地配線に影響されずに各受光センサ部に対して層内集光レンズ 231 を形成することができる。

層内集光レンズ 231 の形状（レンズ高さ、レンズ位置、レンズの曲率等）は、フォトリソットによるリフロー膜 271 のパターンやエッチング条件等を変更することにより、簡単に調整することができる。高温のリフロー処理を必要としないので、配線 6、7、8 を A1 を含む金属材料で形成することができる。また、リフロー膜 271 の形状パターンを変更するだけで、簡単に層内集光レンズ 231 の中心を受光センサ部 2 の中心より撮像領域の中心側に偏らすことができる。これにより、撮像領域の周辺での斜め光によるシェーディング対策として、いわゆるレンズずらしに

よる瞳補正法を適用できる。このように本実施の形態の製造方法によれば、CMOS型の固体撮像素子における層内集光レンズ23を精度よく形成することができる。

図10は、本発明に係る固体撮像素子の他の実施の形態を示す。

5 本実施の形態においては層内レンズを各画素に複数設けている。

即ち、本実施の形態に係る固体撮像素子101は、前述の図3と同様に受光センサ部2、垂直選択用スイッチ素子3及び読み出し用スイッチ素子4を形成した半導体基板21上に、層間絶縁層22を介して第1層配線の垂直選択センサ部6と、第2層配線の読み出しパルス線7、垂直信号線8が形成され、その上に層間絶縁層26を介して各受光センサ部2の位置に対応するように下層の層内集光レンズ23が形成される。そして、さらに層間絶縁層40が形成され、この層間絶縁層40上に配線9が形成され、配線9を覆って平坦化した絶縁層46A上に上層の層内集光レンズ43が形成される。上層の層内集光レンズ43上には、カラーフィルタ24が形成され、その上に各受光センサ部2及び層内集光レンズ23、43に対応する位置にオンチップマイクロレンズ25が形成される。この配線9は、下層の配線と同様に、ある画素の配線9と隣接画素の配線9とが受光センサ部2から異なる距離に配置される。ここで、垂直選択線6とこの配線を絶縁する層間絶縁層22とを含んで第1層配線層が形成される。読み出しパルス線7、垂直選択線8とこれら配線を絶縁する絶縁層26を含んで第2層配線層が形成される。さらに配線9とこの配線を絶縁する絶縁層46Aとを含んで第3層配線層が形成される。

25 この固体撮像素子では、垂直信号線8と読み出しパルス線7よりさらに上方に配線9が設けられ、ある画素の配線9と、その隣接画素の配線9との間に対応する上部に上層の層内集光レンズ43を構成する凹部が設けられる。ここで、下側の層内レンズの凹

部は、垂直信号線 8、読み出しパルス線 7 を覆って平坦化する絶縁層 2 6 の上面に形成されており、一方、上側の層内レンズの凹部は、配線 9 を覆って平坦化する絶縁層 4 6 A の上に別形成された絶縁層 4 6 B の表面に形成されている。絶縁層 4 6 A と絶縁層 4 6 B とを別形成した場合は、その界面での屈折を利用して光をより効率的に受光センサ部に導くことができる。逆に絶縁層 2 6 のみを用いる場合は構成を削減できる。

また、図 1 0 は 2 つの凹部の層内レンズを設けた場合を示したが、凸部の層内レンズを含むようにしてもよく、また、層内レンズの数をさらに増やしてもよい。

また、図 1 0 のように層内レンズを複数設ける場合であって各層内レンズを必要に応じて、撮像領域の周辺にある画素においてほど、撮像領域の中心側に偏って形成しシェーディング対策をとることができる。

尚、図 1 0 においては絶縁層 2 6 と絶縁層 4 6 A との間に層間膜 4 0 を設けたが必ずしも必要ない。

複数の層内レンズを設けたため、入射光をより多くの回数屈折させることにより効率的に受光部に導くことができる。

次に、上述した本実施の形態に係る CMOS 型の固体撮像素子 1 0 1 の製造方法の他の実施の形態を図 1 1 から図 1 5 を参照して説明する。

まず、図 1 1 A に示すように、半導体基板 2 1 に所謂 CMOS センサを構成する受光センサ部 2、図示せざるも垂直選択用スイッチ素子 3 及び読み出し用スイッチ素子 4 を形成した後、この半導体基板 2 1 上に層間絶縁層 2 2 を介して相互に絶縁された遮光膜、配線、本例では受光センサ部 2 を挟んで一方向に延びる第 1 層配線となる垂直選択線 6、及び受光センサ部 2 を挟んで上記一方向と直交する他方向に延びる第 2 層配線群となる読み出しパル

ス線 7 と垂直信号線 8 を形成する。これらの垂直選択線 6、読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 は、A 1 を含む金属材料、本例では A 1 により形成される。本例では、第 2 配線群となる読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 は、図 2 に示すように受光センサ部 2 に対して非対称位置に形成される。よって、ある画素の垂直信号線 8 と隣接画素の読み出しパルス線 7 とが受光センサ部 3 から異なる距離に配置されている。

次に、図 1 1 B に示すように、読み出しパルス線 7 及び垂直信号線 8 を含む全面に、第 1 の屈折率を有する第 1 の絶縁層 2 6 を形成し、その後、第 1 の絶縁層 2 6 を平坦化する。例えば第 1 の絶縁層 2 6 は、高密度プラズマ C V D 又はプラズマ T E O S 等の低温の C V D 膜、例えば B P S G (ボロン・リン・シリケートガラス) 膜を堆積して形成することができる。B P S G 膜は、前述したように屈折率が 1. 4 0 ~ 1. 4 6 程度である。平坦化は、C M P (化学的機械的研磨) 法を用いて行うことができる。

次に、図 1 1 C に示すように、第 1 の絶縁層 2 6 上にフォトリジスト膜を形成し、このフォトリジスト膜を各受光センサ部 2 に対応する位置に開口 2 7 A が形成されるようにパターンニングして、レジストマスク 2 7 を形成する。このレジストマスク 2 7 を介して等方エッチングにより、第 1 の絶縁層 2 6 を選択的にエッチング除去する。これにより、第 1 の絶縁層 2 6 には、各受光センサ部 2 に対応して層内集光レンズを形成するための凹部 2 8 が形成される。この凹部 2 8 は、その位置、大きさ、曲率、深さ等をレジストマスク 2 7 の開口 2 7 A、エッチング時間等により任意に制御することができる。

次に、レジストマスク 2 7 を除去した後、図 1 2 A に示すように、凹部 2 8 を埋めるように全面に第 2 の屈折率を有する第 2 の絶縁層 2 9 を形成する。第 2 の絶縁層 2 9 は、例えばプラズマ C

V D 法による窒化シリコン (P-SiN) 膜を堆積して形成することができる。この窒化シリコン膜は、前述したように屈折率が 2.0 程度である。

次に、図 12 B に示すように、エッチバック等により第 2 の絶縁層 29 を平坦化する。これにより凹部 28 において、屈折率の小さい第 1 の絶縁層 26 と屈折率の大きい第 2 の絶縁層 29 とによる単一の下層の層内集光レンズ(凹レンズ) 23 が形成される。この層内集光レンズ 23 では、平坦化された第 2 の絶縁層 29 の上面の界面と平坦化されない第 1 の絶縁層 26 の上面の界面で、
10 屈折率の相対的な関係により、光が収束する方向に屈折する。

次に、図 12 C に示すように、下層の層内集光レンズ 23 が形成された表面上に、層間絶縁層 40 を形成した後、層間絶縁層 40 上に配線 9 を形成する。

次に、図 13 A に示すように、配線 9 を含む全面に、絶縁層 46 A を形成し、その後、絶縁層 46 A を平坦化する。さらに、平坦化された絶縁層 46 A 上に絶縁層 46 B を形成し平坦化する。例えば絶縁層 46 A は、高密度プラズマ CVD 又はプラズマ TEOS 等の低温の CVD 膜、例えば BPSG (ボロン・リン・シリケートガラス) 膜を堆積して形成することができる。BPSG 膜
20 は、前述したように屈折率が 1.40 ~ 1.46 程度である。平坦化は、CMP (化学的機械的研磨) 法を用いて行うことができる。

次に、図 13 B に示すように、絶縁層 46 B 上にフォトレジスト膜を形成し、このフォトレジスト膜を各受光センサ部 2 に対応する位置に開口 47 A が形成されるようにパターンニングして、レジストマスク 47 を形成する。このレジストマスク 47 を介して等方エッチングにより、絶縁層 46 B を選択的にエッチング除去する。これにより、絶縁層 46 B には、各受光センサ部 2 に対応

して層内集光レンズを形成するための凹部 4 8 が形成される。この凹部 4 8 は、その位置、大きさ、曲率、深さ等をレジストマスク 4 7 の開口 4 7 A、エッチング時間等により任意に制御することができる。

5 次に、レジストマスク 4 7 を除去した後、図 1 4 A に示すように、凹部 4 8 を埋めるように全面に屈折率を有する絶縁層 4 9 を形成する。絶縁層 4 9 は、例えばプラズマ C V D 法による窒化シリコン (P - S i N) 膜を堆積して形成することができる。この窒化シリコン膜は、前述したように屈折率が 2 . 0 程度である。

10 次に、図 1 4 B に示すように、エッチバック等により絶縁層 4 9 を平坦化する。これにより凹部 4 8 において、屈折率の小さい第 3 の絶縁層 4 6 B と屈折率の大きい第 4 の絶縁層 4 9 とによる単一の上層の層内集光レンズ (凹レンズ) 4 3 が形成される。この上層の層内集光レンズ 4 3 では、平坦化された第 4 の絶縁層 4 9 の上面の界面と平坦化されない第 3 の絶縁層 4 6 B の上面の界面で、屈折率の相対的な関係により、光が収束する方向に屈折する。

15 次に、図 1 5 に示すように、上記平坦化された上面にカラーフィルタ 2 4 を形成し、さらにカラーフィルタ 2 4 上にオンチップマイクロレンズ 2 5 を形成して、目的の C M O S 型の固体撮像素子 1 0 1 を得る。

20 なお、上例では、下層の層内集光レンズ 3 2 と上層の層内集光レンズ 4 3 とは、同じ屈折率の絶縁層を用いて形成したが、これに限定されるものではない。層内集光レンズ 2 3 と 4 3 を異なる屈折率の絶縁層で形成することも可能である。

25 本実施の形態に係る固体撮像素子 1 0 1 によれば、各受光センサ部 2 に対応して単一の層内集光レンズ、本例では凹部レンズ 2 3、4 3 を有するので遮光パターン、配線パターン等が多く積層

された構成でも、入射光を受光センサ部 2 へ最適に集光させることができる。特に、本実施の形態では各受光センサ部 2 に対して複数の層内集光レンズ 2 3、4 3 を設けることにより、入射光をより多くに回数屈折させることができ、より効率的に入射光を受光センサ部 2 に導くことができる。その他、前述と同様に、2 つのシリンドリカルな層内集光レンズを組み合わせることなく、単一の層内集光レンズ 2 3、4 3 であるので、層内集光レンズの構成が簡単になる、配線 6、7、8、9 は A 1 を含む金属材料で形成できるので、配線 6、7、8、9 としての信頼性が得られる、また、撮像領域の周辺側の層内集光レンズ 2 3、4 3 は、レンズ中心が周辺へ行くに従って受光センサ部 2 の中心側に偏って形成されるので斜め光によるシェーディングの改善が図れる。受光センサ部 2 に対して配線 7、8 が、また配線 9 が非対称に配置されていても、上層及び下層の層内集光レンズ 2 3、4 3 は下地配線に影響されずに形成され、良好な集光が得られる。したがって、精度のよい単一の層内集光レンズにより集光率が改善され、且つ信頼性の高い CMOS 型の固体撮像素子を提供することができる。

本実施の形態に係る CMOS 型の固体撮像素子 1 0 1 の製造方法によれば、第 1 の絶縁層の凹部をレジストマスクを介して等方性エッチングし、その後、第 2 の絶縁層を形成して下層の層内集光レンズ 2 3 を形成し、同じように第 3 の絶縁層の凹部をレジストマスクを介して等方性エッチングし、その後、第 4 の絶縁層を形成して上層の層内集光レンズ 4 3 を形成することにより、1 画素当たり複数の単一の層内集光レンズ 2 3、4 3 を容易に形成することができる。特に、配線の一部が受光センサ部 2 を挟んで両側に平行して且つ受光センサ部 2 に対して非対称に配置される場合に、下地の配線に影響されずに各受光センサ部 2 に対して複数の層内集光レンズを形成することができる。また、前述と同様に、

上下層の層内集光レンズ 23、43 の形状（レンズ高さ、レンズの位置、レンズの曲率等）は、レジストマスク 27 の開口 27A、レジストマスク 47 の開口 47A のパターンやエッチング条件等を変更することにより、簡単に調整することができる。高温のリフロー処理を必要としないので、配線 6、7、8、9 を A1 を含む金属材料で形成することができる。レジストマスク 27、47 の開口パターンを変更するだけで、簡単に層内集光レンズ 23、43 の中心を受光センサ部 2 の中心より撮像領域の中心側に偏らすことができる。これにより、撮像領域の周辺での斜め光によるシェーディング対策とし、いわゆるレンズずらしによる瞳補正法を適用できる。

上述した本実施の形態に係る CMOS 型の固体撮像素子の製造方法においては、1 画素当たり 1 つ又は 2 つの層内レンズを有する場合を示したが、3 つ以上の層内レンズを有する場合も同様であり、凹部のレンズ、凸部のレンズを組み合わせることで複数形成することもできる。

また、上述した説明では省略したが、上記の製造工程の前に、受光部から電荷を読み出すための電荷読み出し用トランジスタを形成する工程、該電荷読み出し用トランジスタを動作させるためのゲート電極を形成する工程、該ゲート電極を覆って平坦化する平坦化層を形成する工程を含んでいることが多い。

なお、本発明は、最上層に遮光を兼ねるように各受光センサ部の周りに一体的に形成した配線を配置した CMOS 型の固体撮像素子にも適用できる。その場合は、この最上層の配線が所定の電圧源に接続されているものであることが多い。

また、上記の説明では、受光センサ部から異なる距離に設けられた配線を、ある画素の垂直信号線 8 と隣接画素の読み出しパルス線 7 としたが、この構成に限らず、ドレイン信号線やトランジ

スタ駆動用の様々なパルス線等でもよいし、隣接画素の配線ではなく、2配線共に同一の画素に属する配線であってもよい。

また、「固体撮像素子」は上記の説明に用いた構成のみを含む場合に限らず、必要な光学系、撮像チップ、及び信号処理チップ等をまとめてモジュール化した素子のことをも示すものとする。

上述したように、本発明の固体撮像素子は、受光センサ部とMOSトランジスタからなる画素を有した、いわゆるCMOS型の固体撮像素子である。本発明のCMOS型の固体撮像素子では、各受光センサ部に対応して夫々層内集光レンズが形成されるので、遮光パターン、配線パターン等が多く積層されていても受光センサ部への最適な集光が可能になる。しかも、単一の層内集光レンズであるので、層内集光レンズの構成が簡単になり、高信頼性化が図れる。

本発明の固体撮像素子の製造方法では、画素が形成された半導体領域上の第1の屈折率を有する第1の絶縁層を、エッチング用マスクを介して等方性エッチングにより選択除去し各受光センサ部に対応した位置に凹部を形成するので、凹部の大きさ、位置、曲率、等を任意に設定できる。その後、凹部内に第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成して層内集光レンズを形成するので、レンズの高さ及び大きさ、レンズの位置、レンズの曲率等を最適化することができる。また、下地に影響されずに形成される。層内集光レンズは、従って、最適集光のための層内集光レンズの形成が可能になる。

本発明の固体撮像素子の製造方法では、受光センサ部に対応して形成した凸状湾曲面をなしたリフロー膜と共に、第1の屈折率を有する第1の絶縁層をエッチバックして、リフロー膜の形状を第1の絶縁層に転写し、第2の屈折率を有する平坦化膜を形成して層内集光レンズを形成するので、レンズの高さ及び大きさ、レ

レンズの位置、レンズの曲率等を最適化することができる。また、層内集光レンズは、下地に影響されずに形成される。従って、最適集光のための層内集光レンズの形成が可能になる。

請 求 の 範 囲

1. 受光部を含む複数の画素と、前記受光部の上方に形成された、複数の配線を含む配線層と複数のレンズとを有し、前記複数のレンズの少なくとも1つは、エッチングにより形成された凹部を有する第1の層と、前記凹部を埋めるように形成された第2の層とから成る層内レンズであることを特徴とする固体撮像素子。
- 5
2. 前記配線層は少なくとも、前記受光部を挟んだ両側に形成された第1の配線と、第2の配線とを有し、前記第1の配線と前記第2の配線とは前記受光部からの距離が異なっており、前記層内レンズは前記第1の配線と前記第2の配線との間に位置することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像素子。
- 10
3. 前記第1の配線と前記第2の配線とは一体的に形成され、所定の電圧源に接続されていることを特徴とする請求の範囲第2項に記載の固体撮像素子。
- 15
4. 前記画素は電荷読み出し用トランジスタと、前記電荷読み出し用トランジスタのゲート電極を覆って平坦化する平坦化膜とを有し、前記複数の配線は前記平坦化膜の上方に形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像素子。
5. 前記第1の層は前記複数の配線を直接覆って形成されて前記配線層を構成する絶縁層であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像素子。
- 20
6. 前記第1の層は前記配線層上に形成された絶縁層であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像素子。
7. 前記層内レンズは、撮像領域の中心から離れた画素において
- 25
- ほど、その中心が前記受光部の中心上から前記撮像領域の中心側に偏って形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の固体撮像素子。
8. 前記複数のレンズの少なくとも1つは前記層内レンズの上方

に形成されたオンチップレンズであることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の固体撮像素子。

- 5 9. 受光部を含む複数の画素と、前記受光部の上方に形成された、複数の配線を含む配線層と複数のレンズとを有し、前記複数のレンズの少なくとも 1 つは、エッチングにより形成された凸部を有する第 1 の層と、前記凸部を覆って形成された第 2 の層とから成る層内レンズであることを特徴とする固体撮像素子。

- 10 10. 前記配線層は少なくとも、前記受光部を挟んだ両側に形成された第 1 の配線と、第 2 の配線とを有し、前記第 1 の配線と前記第 2 の配線とは前記受光部からの距離が異なっており、前記層内レンズは前記第 1 の配線と前記第 2 の配線との間に位置することを特徴とする請求の範囲第 9 項に記載の固体撮像素子。

- 15 11. 前記第 1 の層と前記第 2 の層との間に前記凸部を覆って形成された第 3 の層を有することを特徴とする請求の範囲第 9 項に記載の固体撮像素子。

- 20 12. 基板表面に複数の受光部を形成する工程と、前記受光部を挟んだ両側に配線を形成する工程と、第 1 の屈折率を有する第 1 の絶縁層を形成する工程と、エッチング用マスクを用いて前記第 1 の絶縁層をエッチングし、前記受光部の上方に凹部を形成する工程と、前記凹部を埋めるように第 2 の屈折率を有する第 2 の絶縁層を形成する工程とを有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

- 25 13. 前記配線を形成する工程より前に、電荷読み出し用トランジスタを形成する工程と、前記電荷読み出し用トランジスタを動作するためのゲート電極を形成する工程と、前記ゲート電極を覆って平坦化する平坦化膜を形成する工程とを有し、前記配線及び前記凹部は前記平坦化膜より上方に形成されることを特徴とする請求の範囲第 12 項に記載の固体撮像素子の製造方法。

14. 基板表面に複数の受光部を形成する工程と、前記受光部を挟んだ両側に配線を形成する工程と、第1の屈折率を有する第1の絶縁層を形成する工程と、前記第1の絶縁層上の前記受光部に対応した位置にリフロー処理により表面が凸状面をなしたリフロー膜を形成する工程と、前記リフロー膜と共に前記第1の絶縁層をエッチバックして、前記第1の絶縁層に前記凸状面を転写する工程と、前記第1の絶縁層上に第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成する工程とを有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。
- 10 15. 前記第2の絶縁層を形成する工程より前に、前記第1の絶縁層の前記凸状面を覆う第3の絶縁層を形成することを特徴とする請求の範囲第14項に記載の固体撮像素子の製造方法。
- 15 16. 受光部とMOSトランジスタからなる画素が複数配列されてなり、前記各受光部に対応して夫々単一の層内レンズが形成されて成ることを特徴とする固体撮像素子。
17. 前記受光部より上方に形成された最上層の配線の一部が前記受光部を挟む両側に位置して成ることを特徴とする請求の範囲第16項に記載の固体撮像素子。
- 20 18. 前記層内レンズが撮像領域の周辺に行くに従って、レンズ中心を受光部の中心より撮像領域の中心側に偏って形成されて成ることを特徴とする請求の範囲第16項に記載の固体撮像素子。
- 25 19. 前記受光部を挟む両側に位置する最上層の配線の一部が、前記受光部に対して非対称に配置され、前記非対称の配線に影響されずに前記層内レンズが形成されて成ることを特徴とする請求の範囲第16項に記載の固体撮像素子。
20. 前記配線がAlを含む金属材料で形成されて成ることを特徴とする請求の範囲第16項に記載の固体撮像素子。
21. 受光部とMOSトランジスタからなる複数の画素が配列さ

れた半導体領域上に絶縁層を介して各受光部を挟む配線を形成する工程と、全面に第1の屈折率を有する第1の絶縁層を形成する工程と、エッチング用マスクを有して前記第1の絶縁層を各受光部に対応する位置で等方性エッチングにより選択的に除去して各受光部に対応した凹部を形成する工程と、前記凹部を含む全面に第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成する工程と、前記第2の絶縁層を平坦化して前記凹部内に第2の絶縁層を残し、前記第1及び第2の絶縁層により単一の層内レンズを形成する工程とを有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

- 5 22. 受光部とMOSトランジスタからなる複数の画素が配列された半導体領域上に絶縁層を介して各受光部を挟む配線を形成する工程と、全面に第1の屈折率を有する第1の絶縁層を形成する工程と、前記第1の絶縁層上の各受光部に対応した位置に、リフロー処理により表面が凸状湾曲面をなしたリフロー膜を形成する工程と、前記リフロー膜と共に前記第1の絶縁層をエッチバックして、前記第1の絶縁層に前記凸状湾曲面を転写する工程と、前記第1の絶縁層上に第2の屈折率を有する平坦化膜を形成して前記第1の絶縁層及び前記平坦化膜により単一の層内レンズを形成する工程とを有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

要 約 書

本発明は、CMOS型の固体撮像素子及びその製造方法に関し、単一層内レンズによる最適な集光を可能にした固体撮像素子、及び層内レンズを精度よく形成できる製造方法を提供する。

- 5 本発明の固体撮像素子は、受光部の上方に複数の配線と複数のレンズを有し、複数のレンズの少なくとも1つが単一の層内レンズの少なくとも1つが単一の層内レンズで形成して成る。

- 10 本発明の固体撮像素子の製造方法は、第1の屈折率を有する第1の絶縁層に選択的なエッチング手法により凹面又は凸面を形成し、凹面又は凸面に第2の屈折率を有する第2の絶縁層を形成して受光部に対応した層内レンズを形成する。

FIG. 1

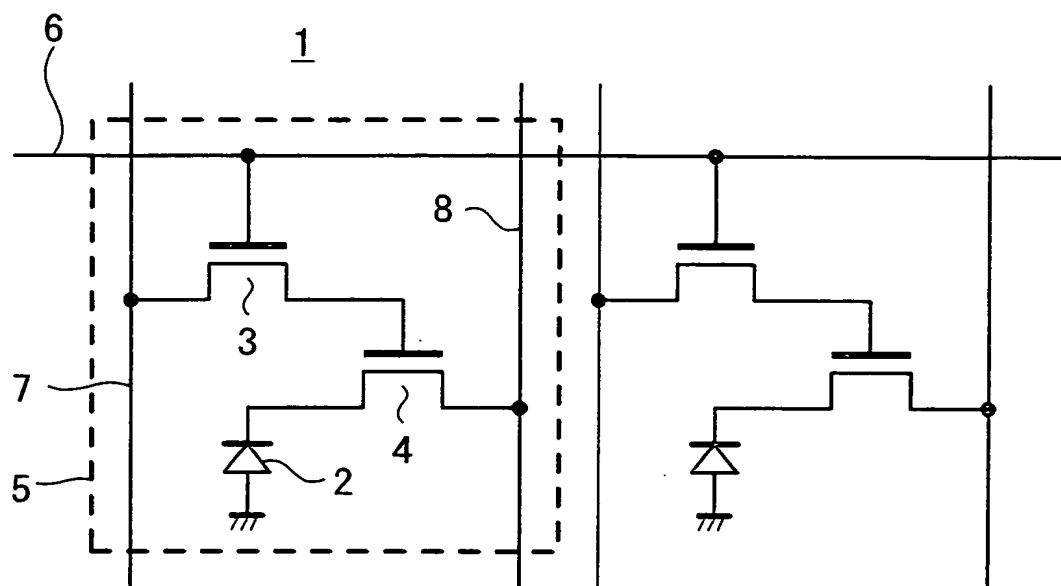


FIG. 2

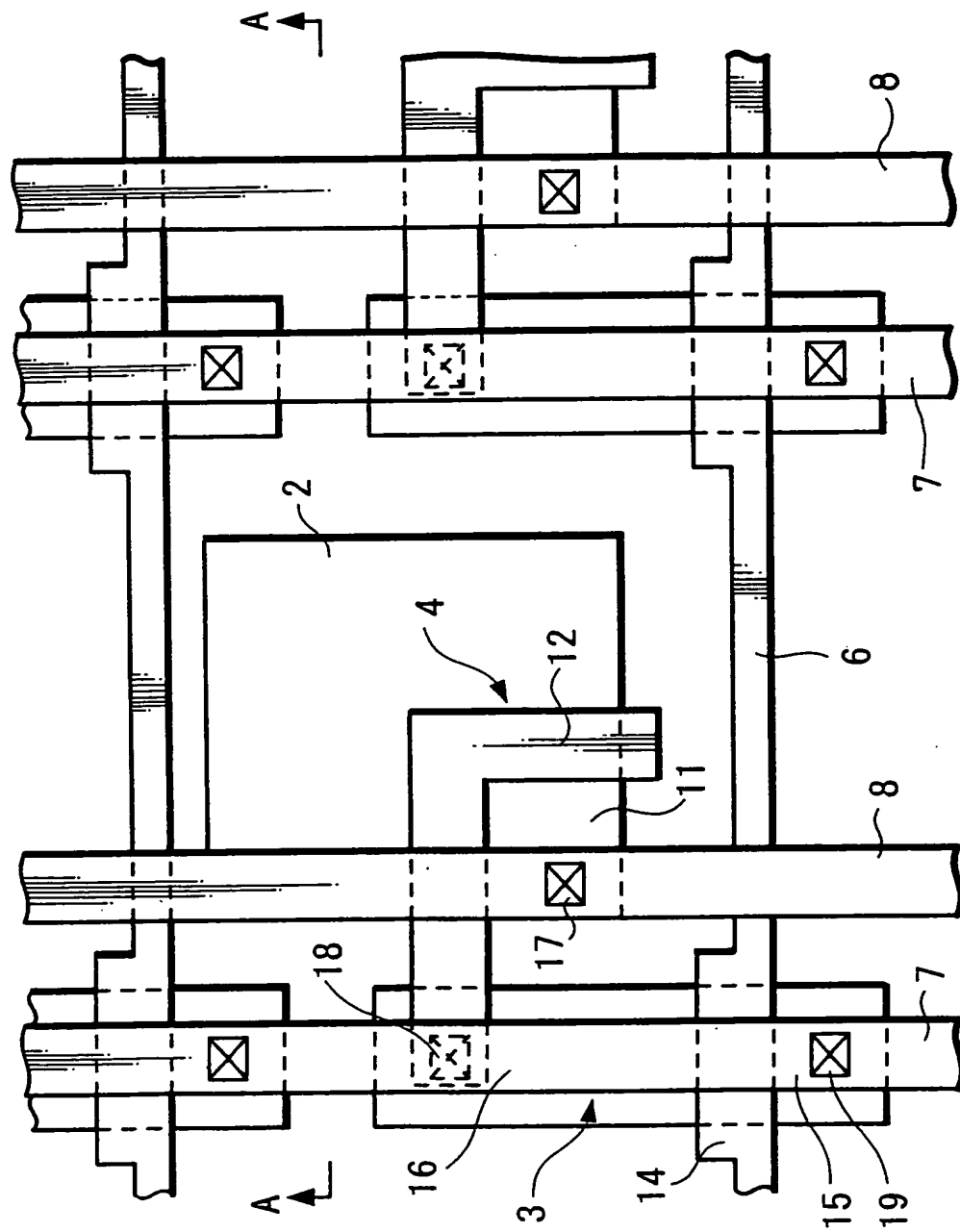


FIG. 3

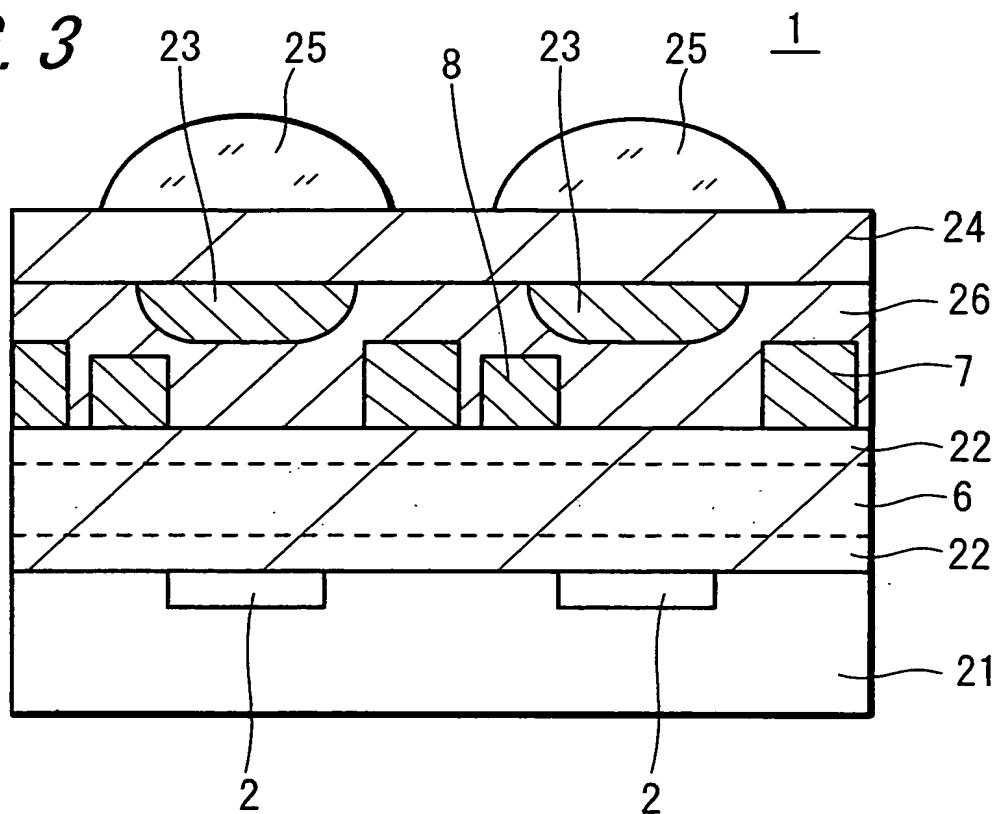


FIG. 4

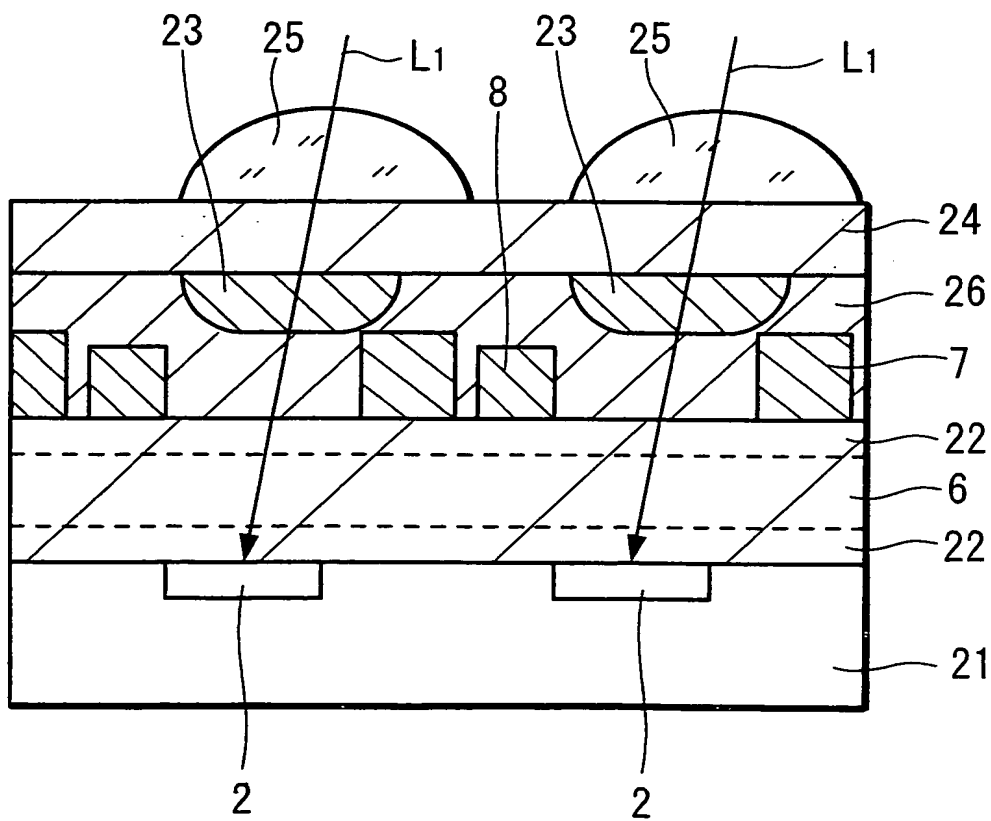


FIG. 5A

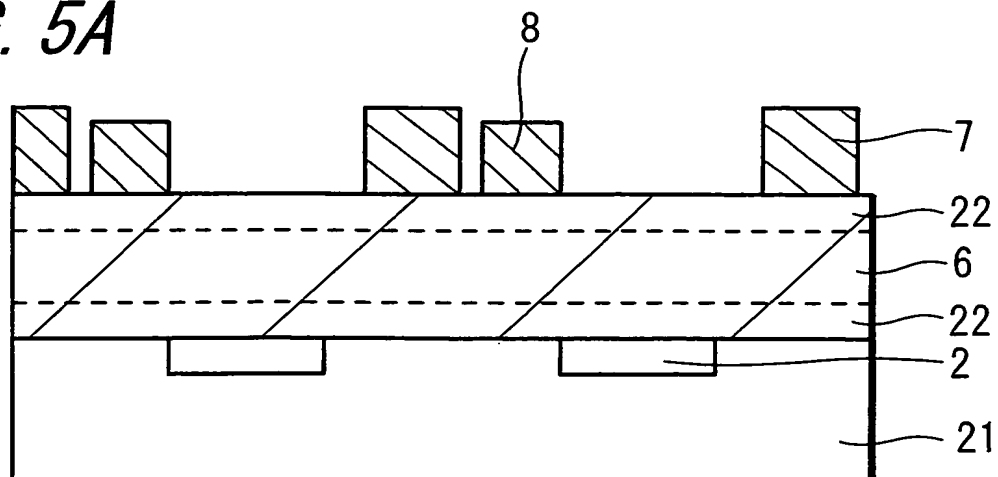


FIG. 5B

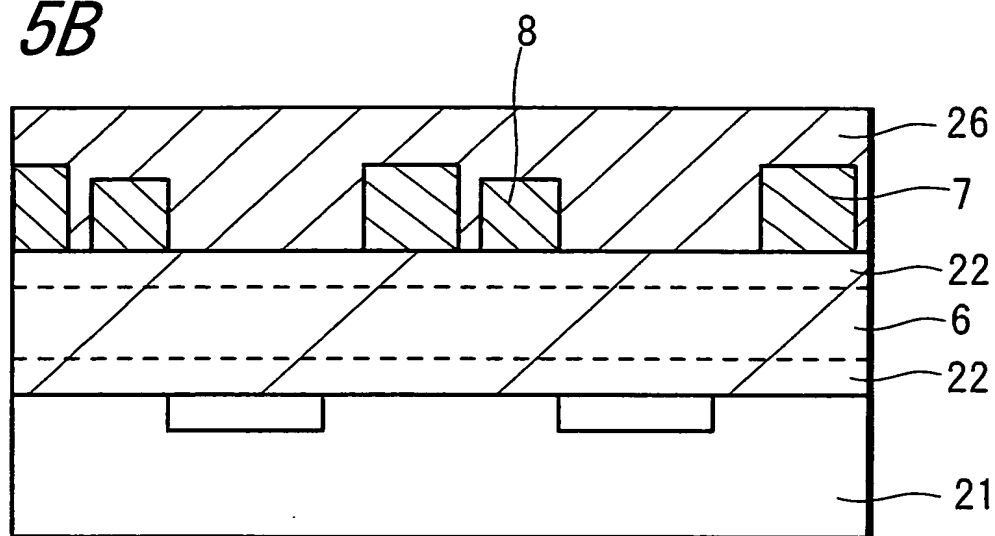


FIG. 5C

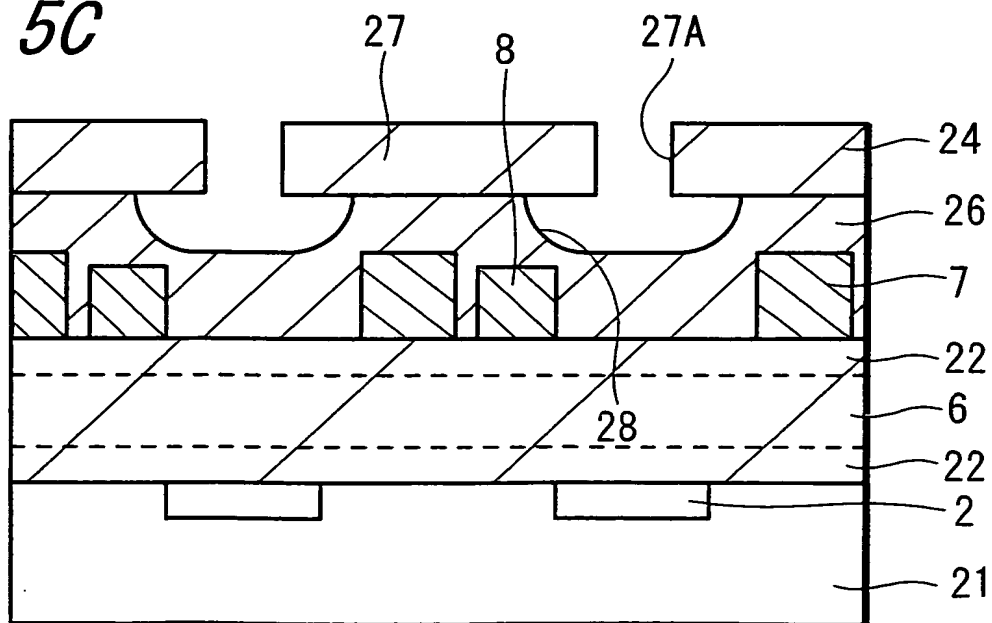


FIG. 6A

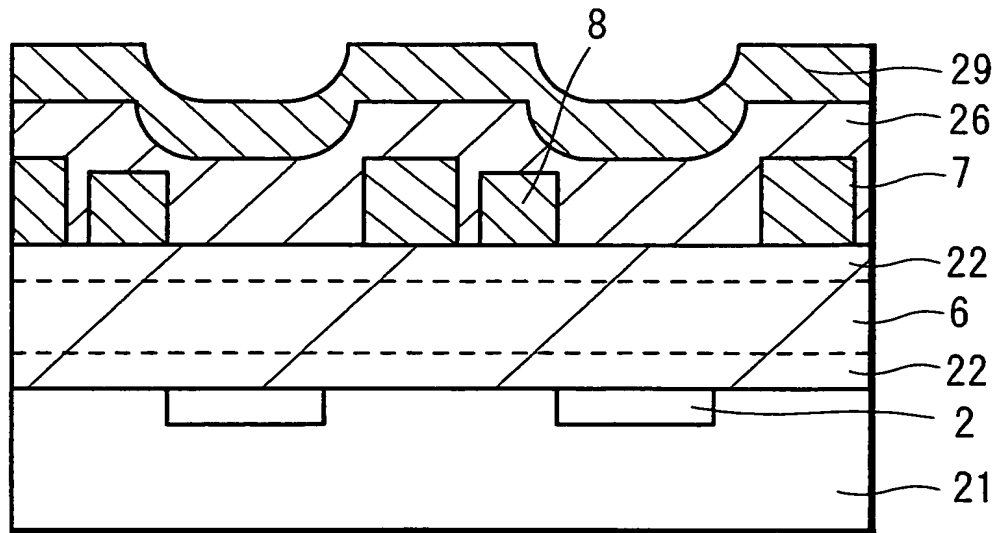


FIG. 6B

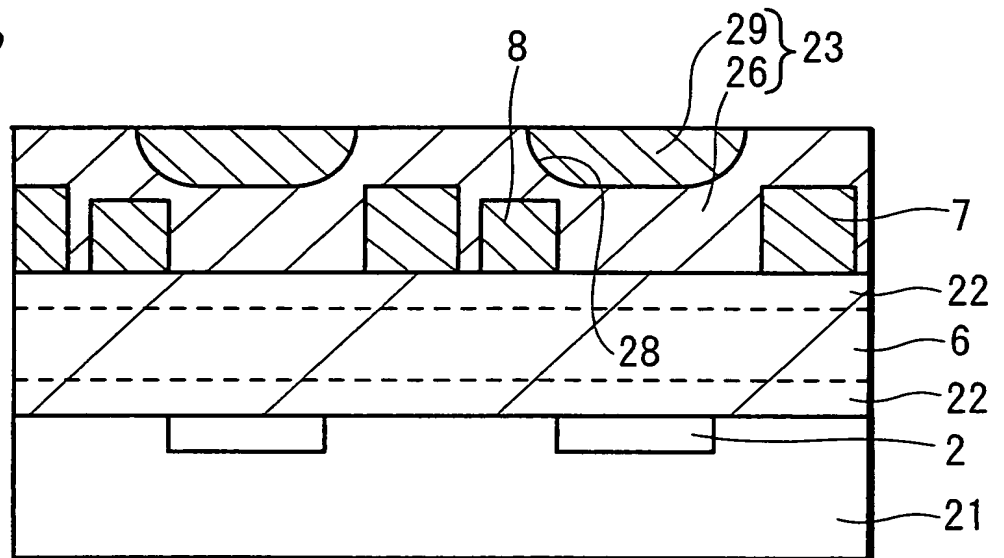


FIG. 6C

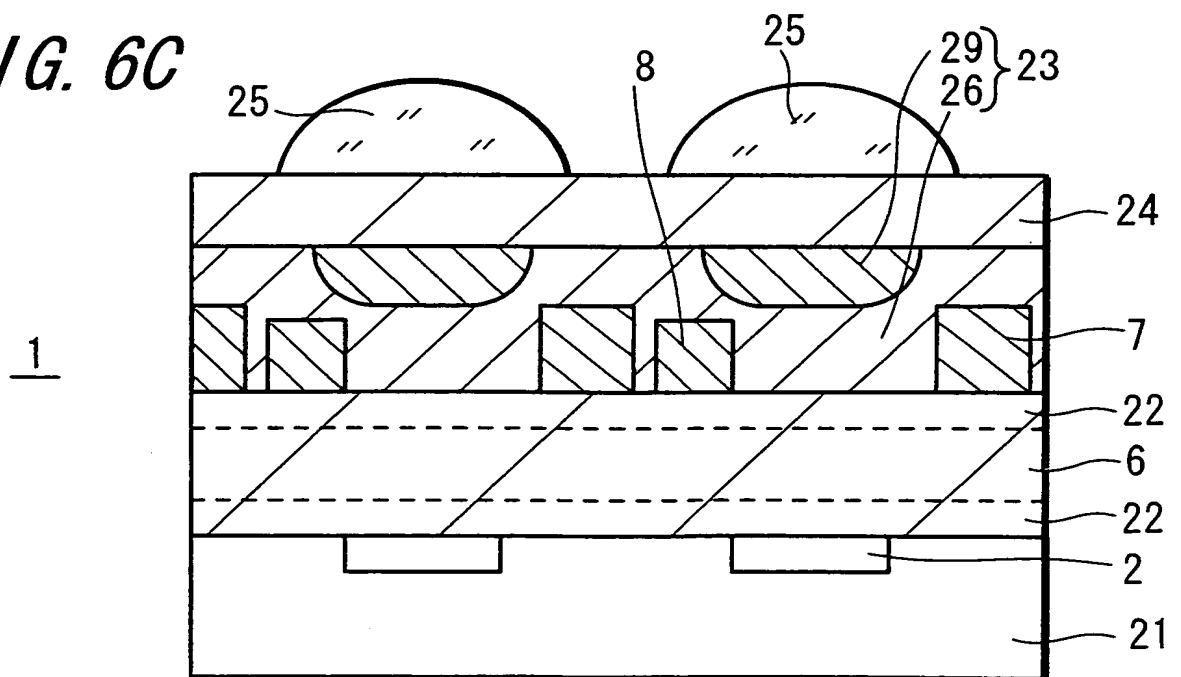


FIG. 7A

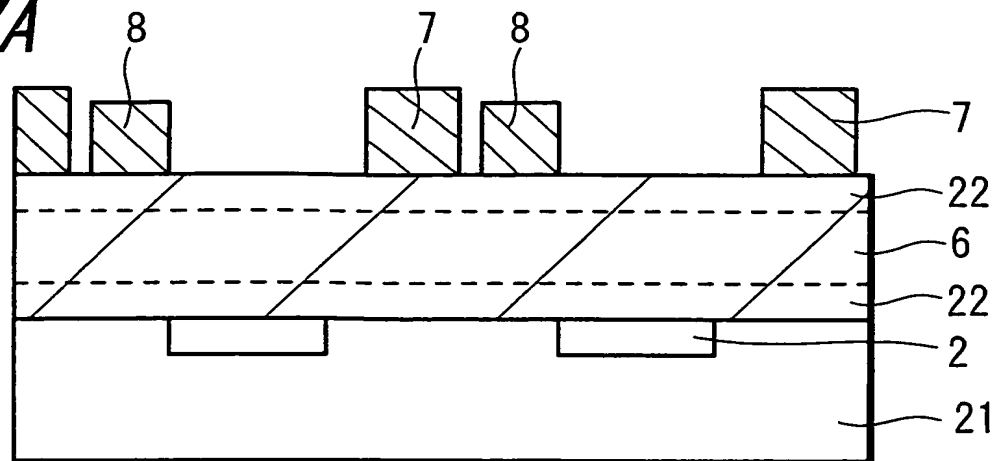


FIG. 7B

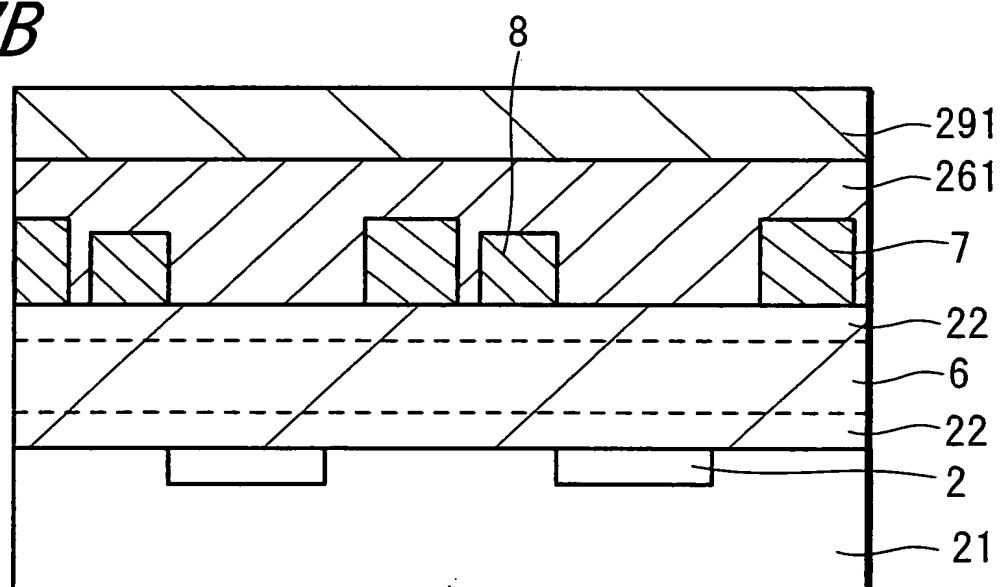


FIG. 7C

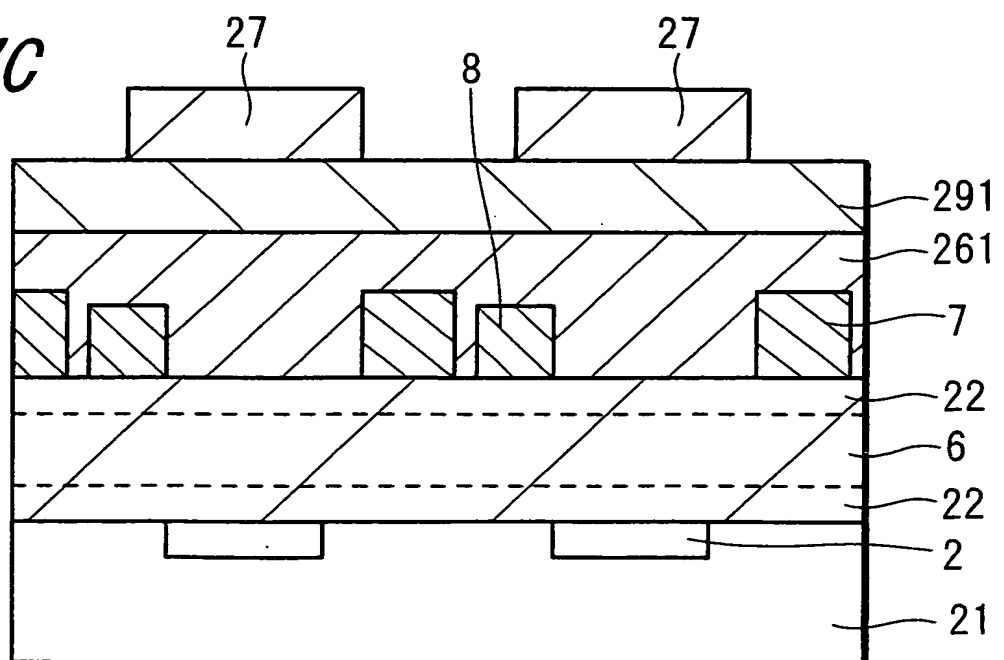


FIG. 8A

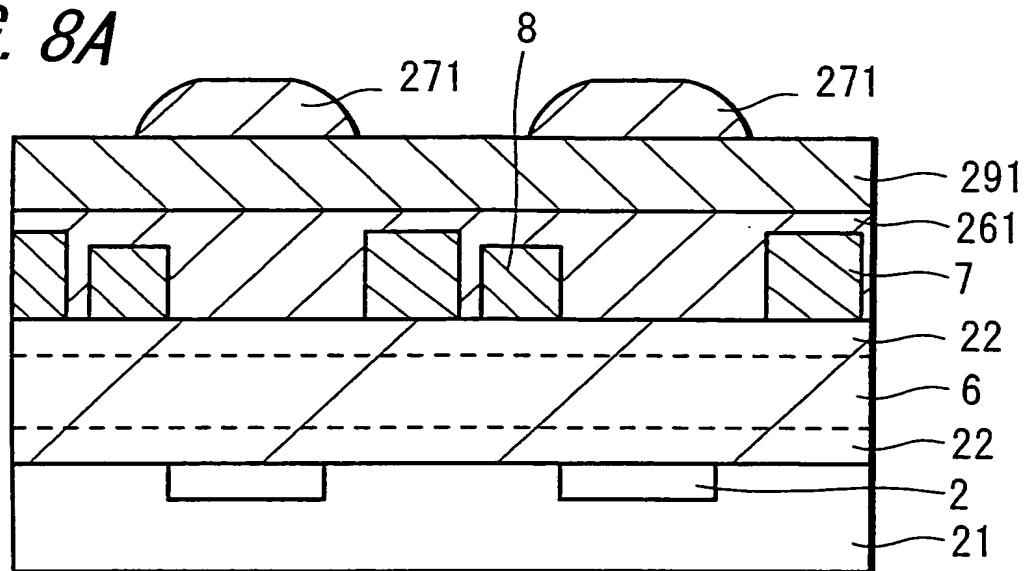


FIG. 8B

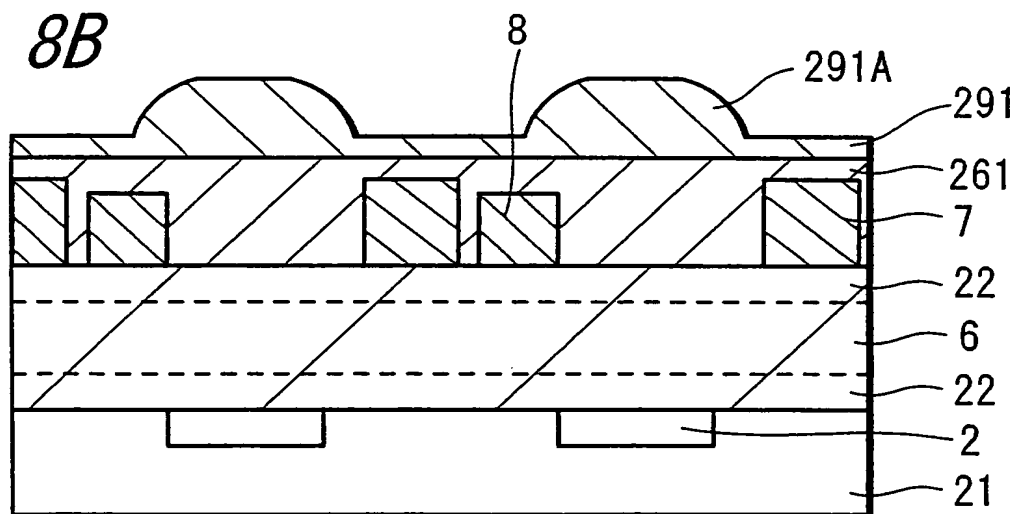


FIG. 8C

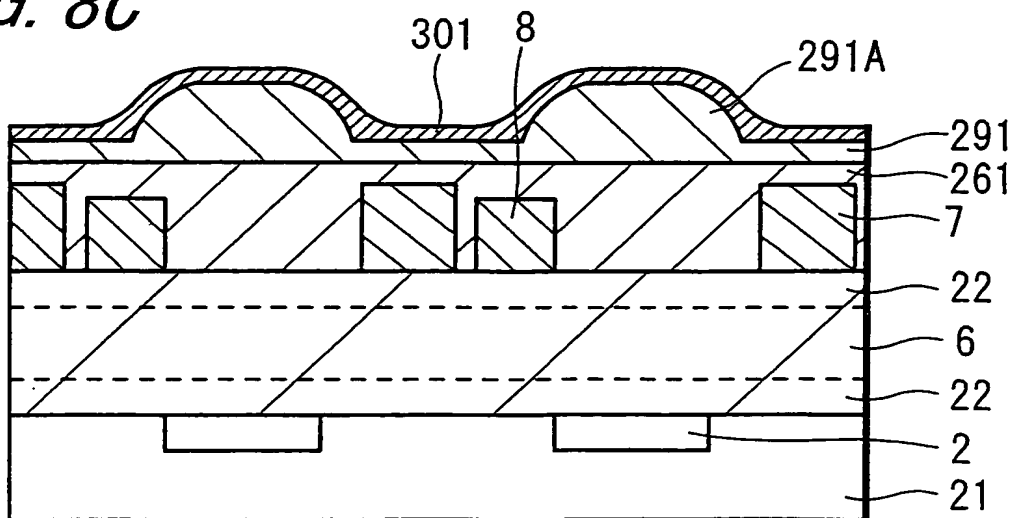


FIG. 9A

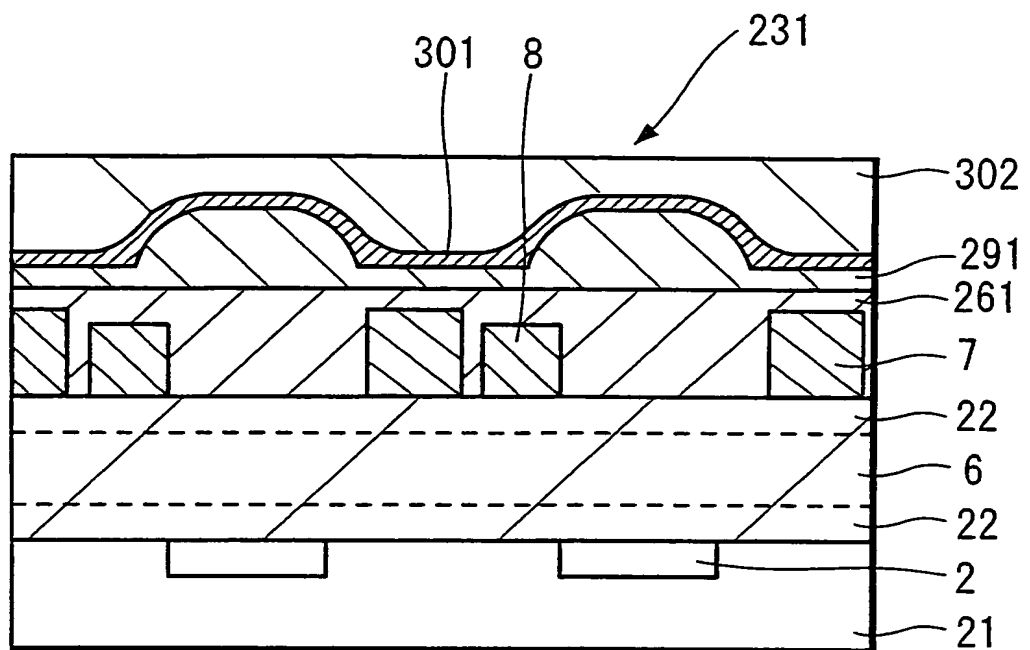


FIG. 9B

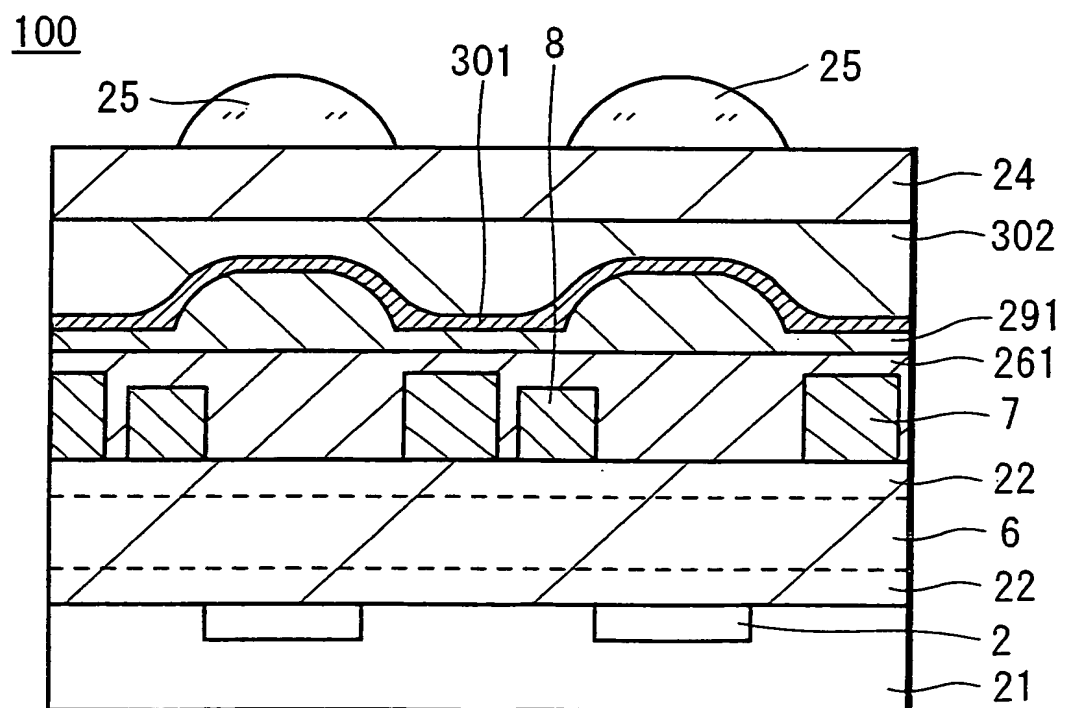


FIG. 10

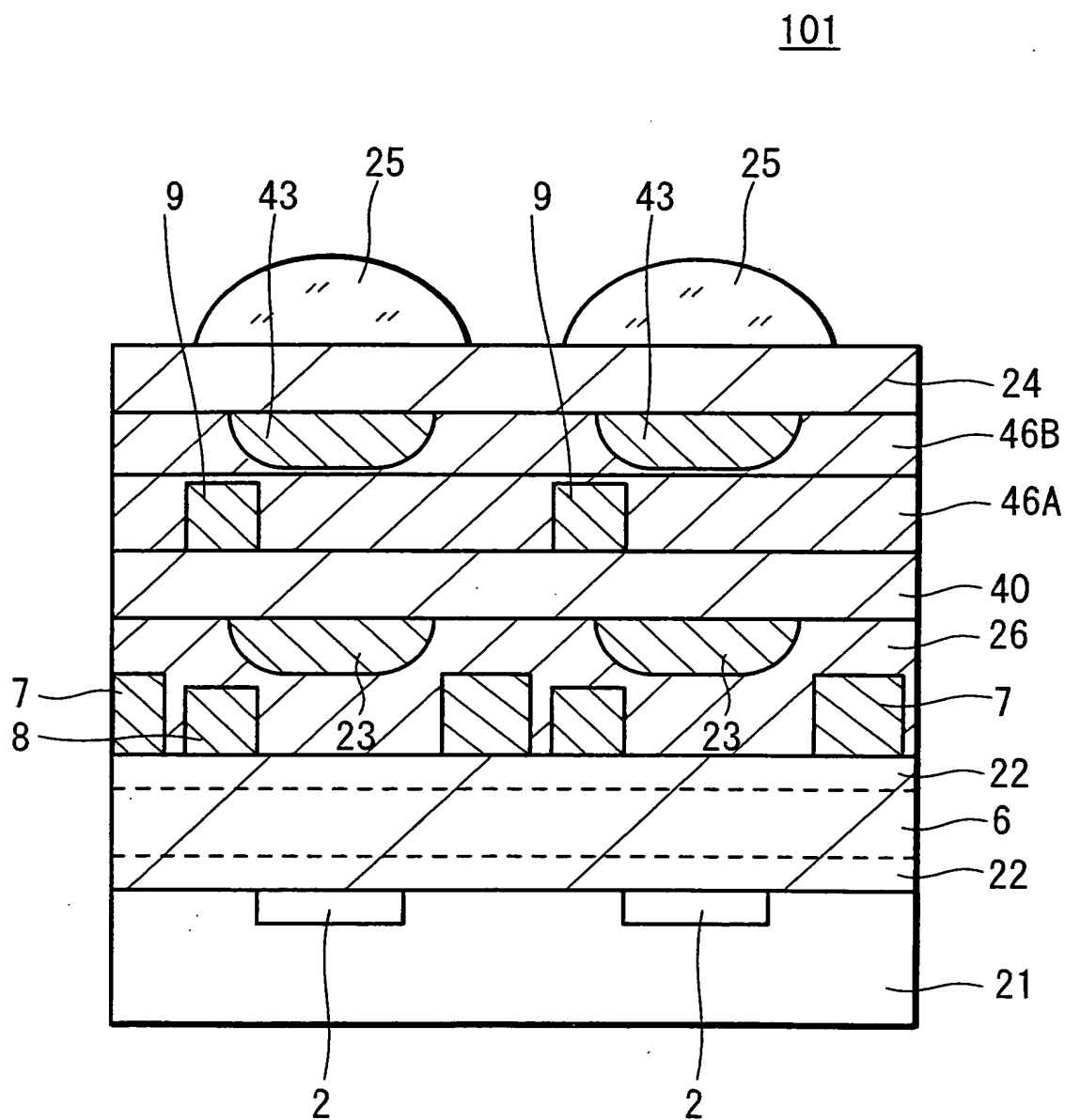


FIG. 11A

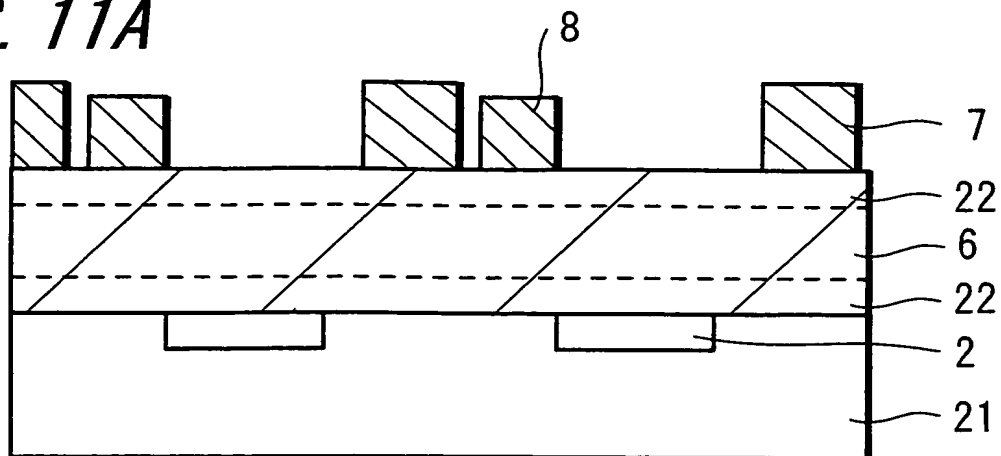


FIG. 11B

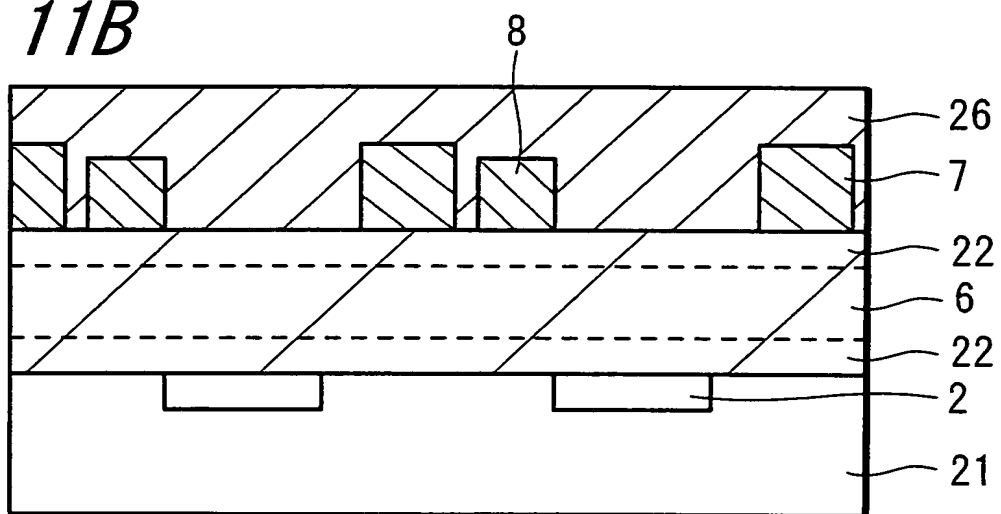


FIG. 11C

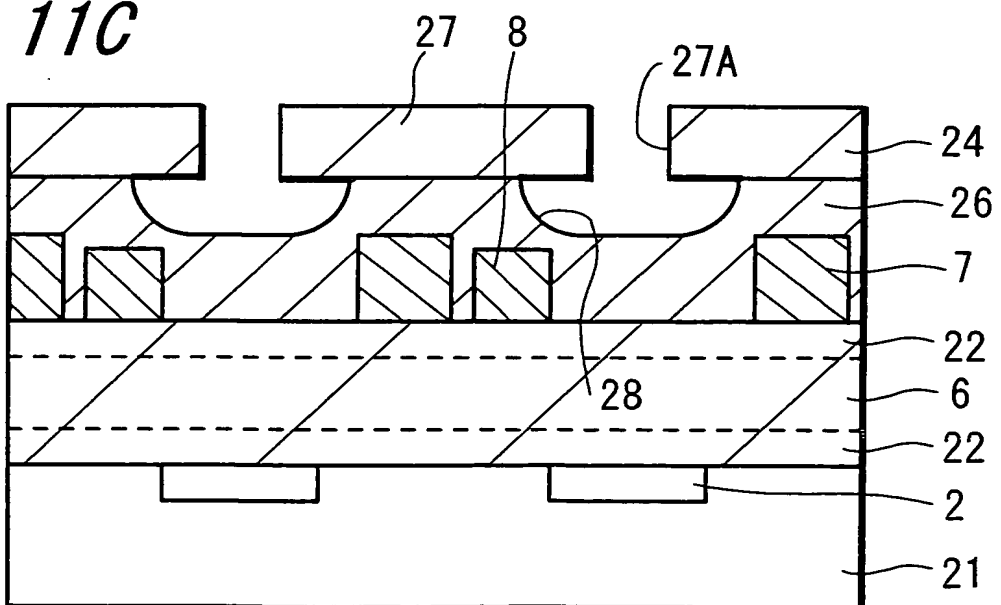


FIG. 12A

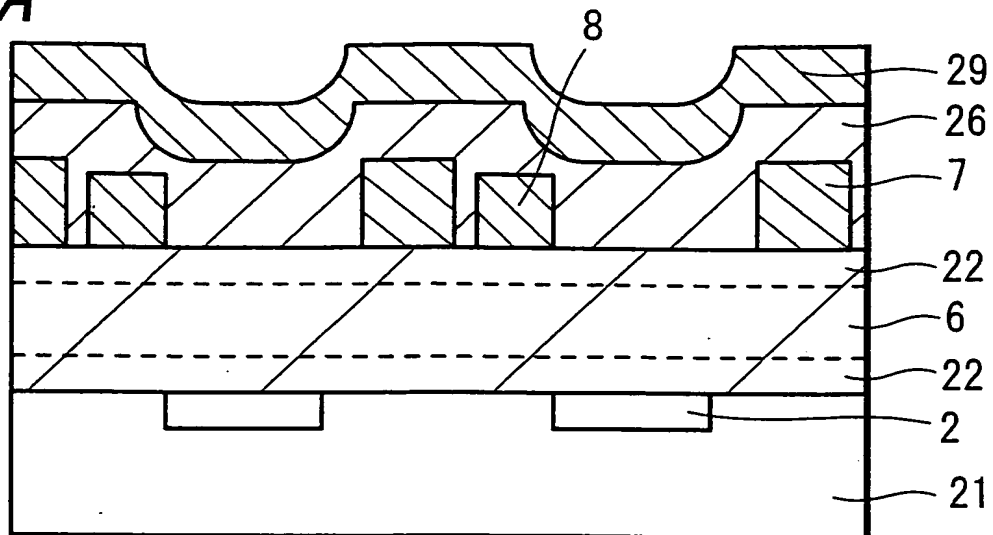


FIG. 12B

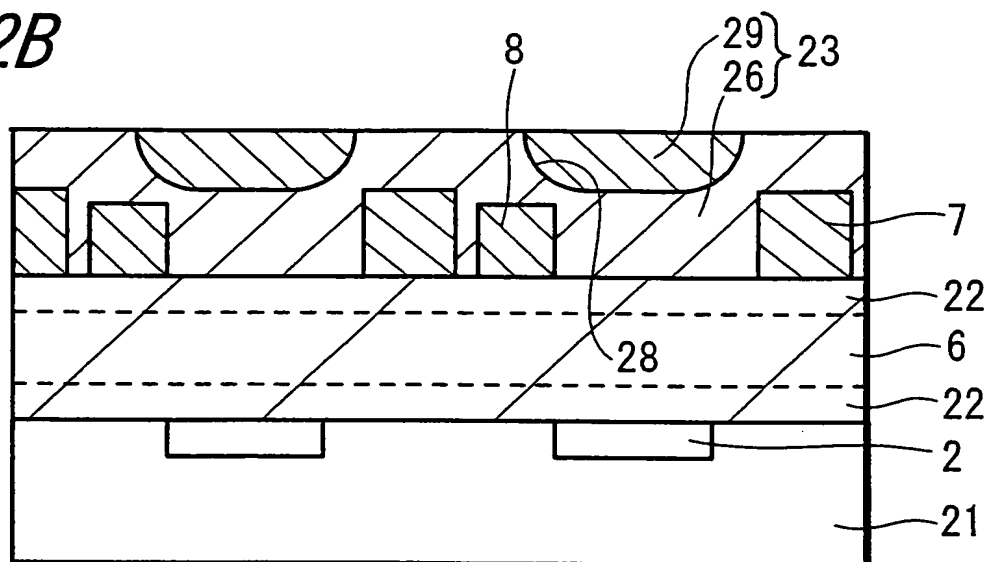


FIG. 12C

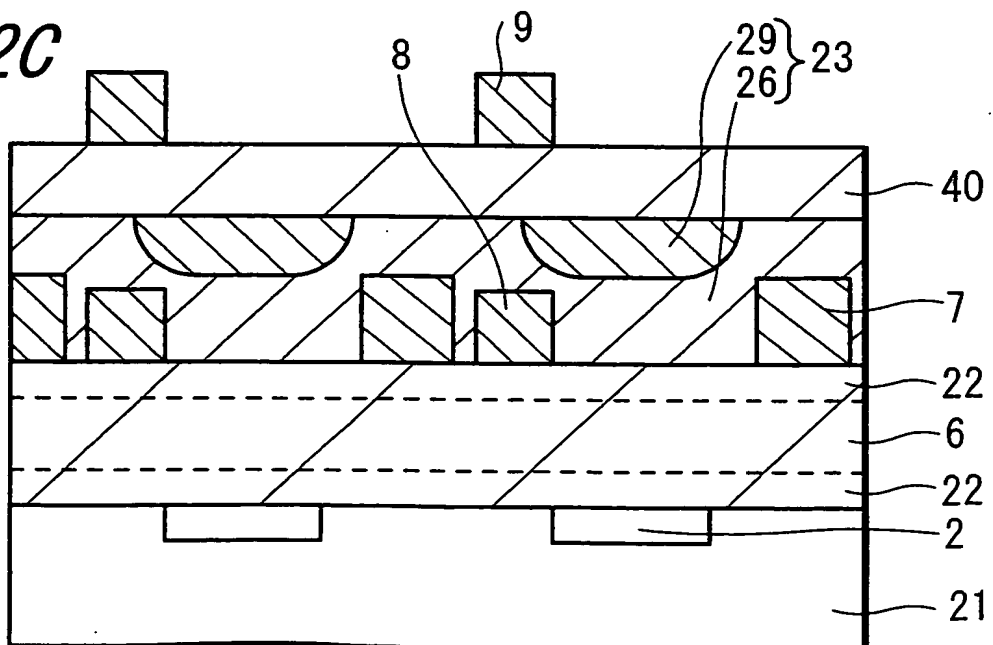


FIG. 13A

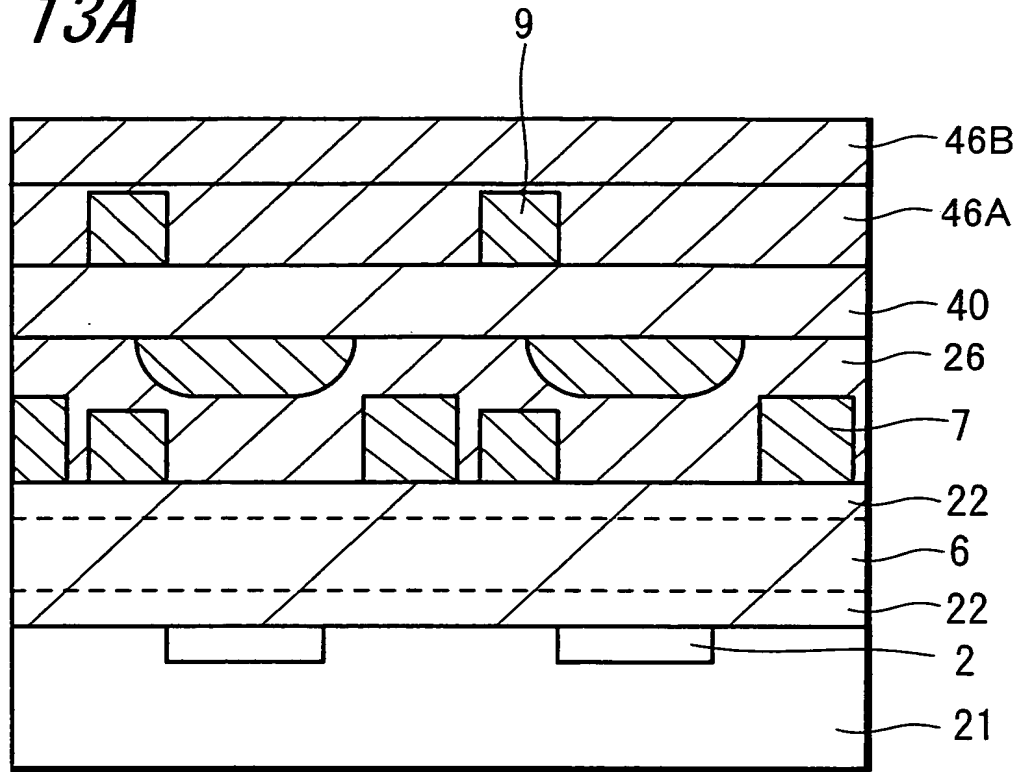


FIG. 13B

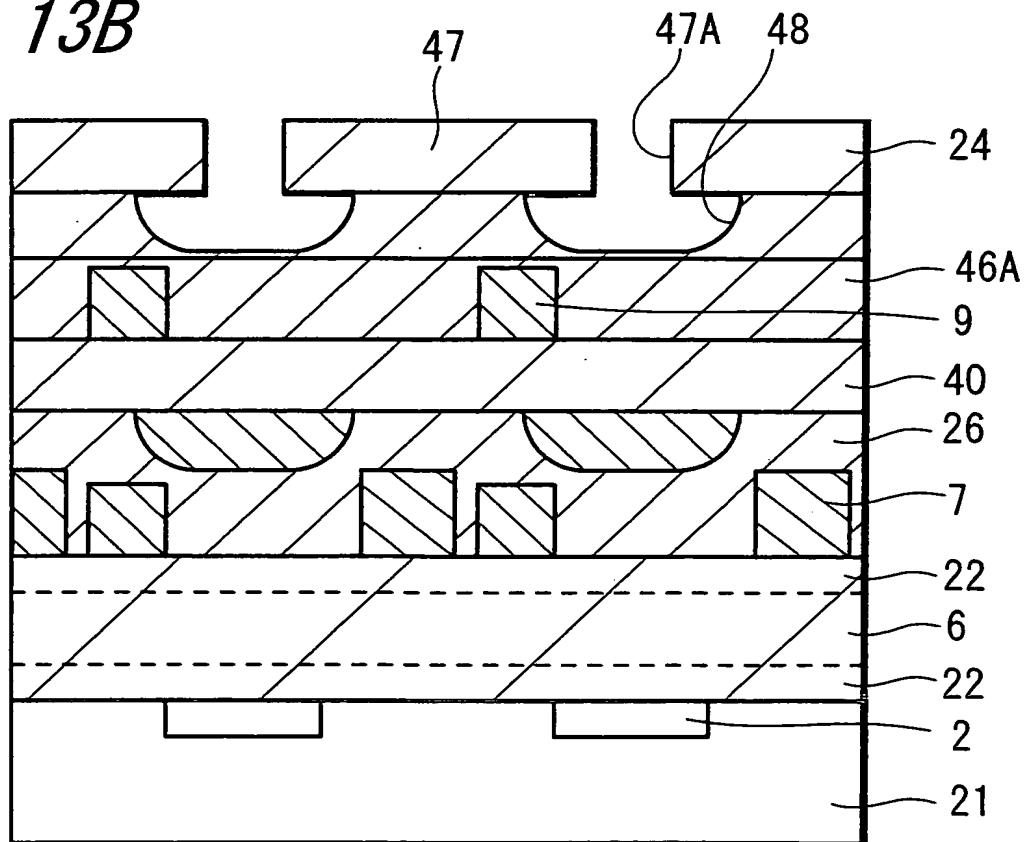


FIG. 14A

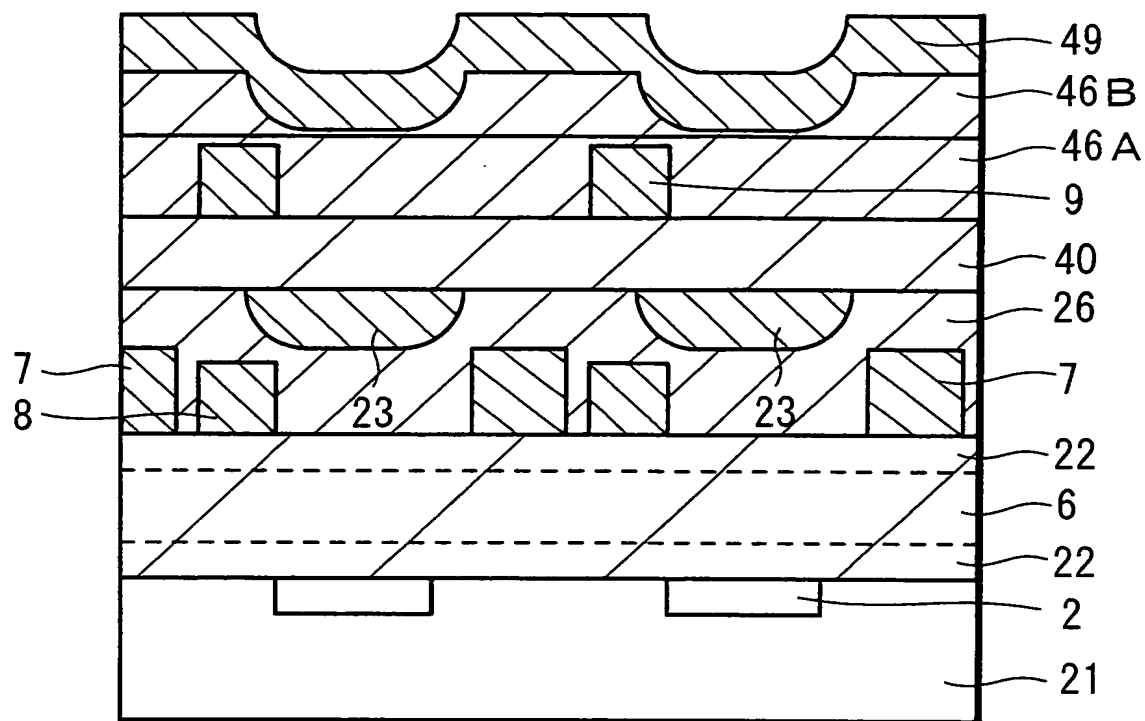


FIG. 14B

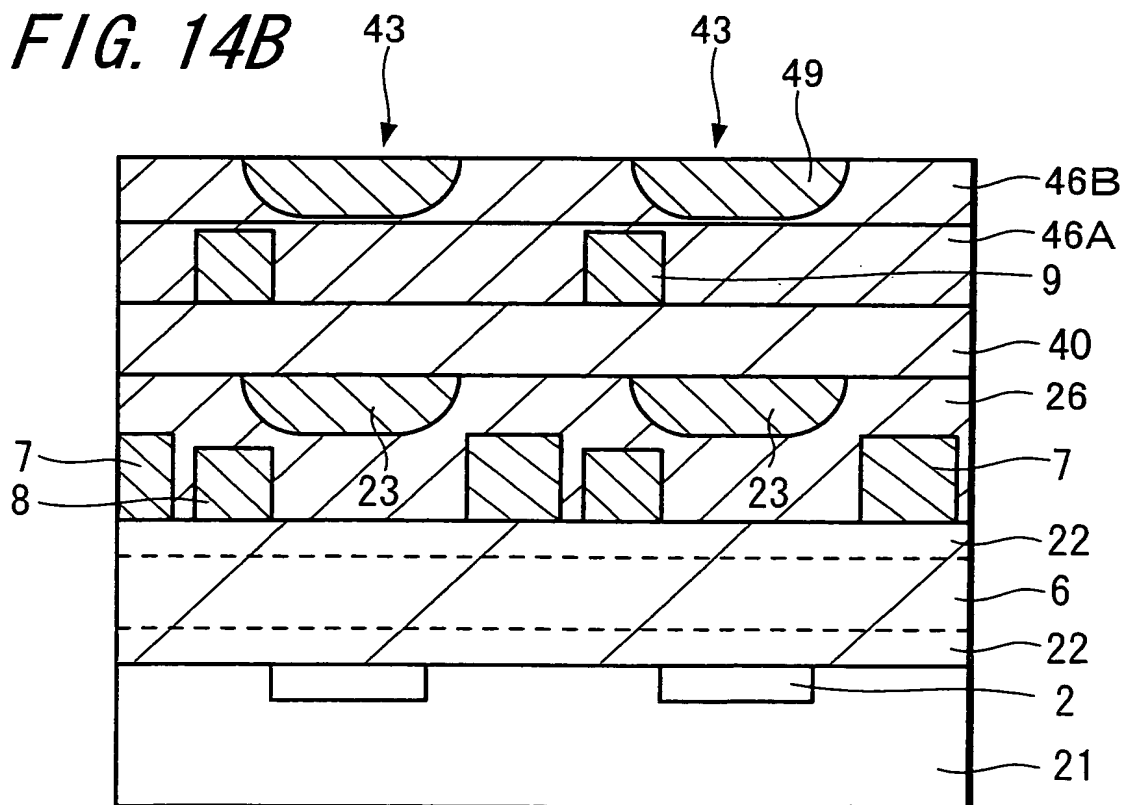
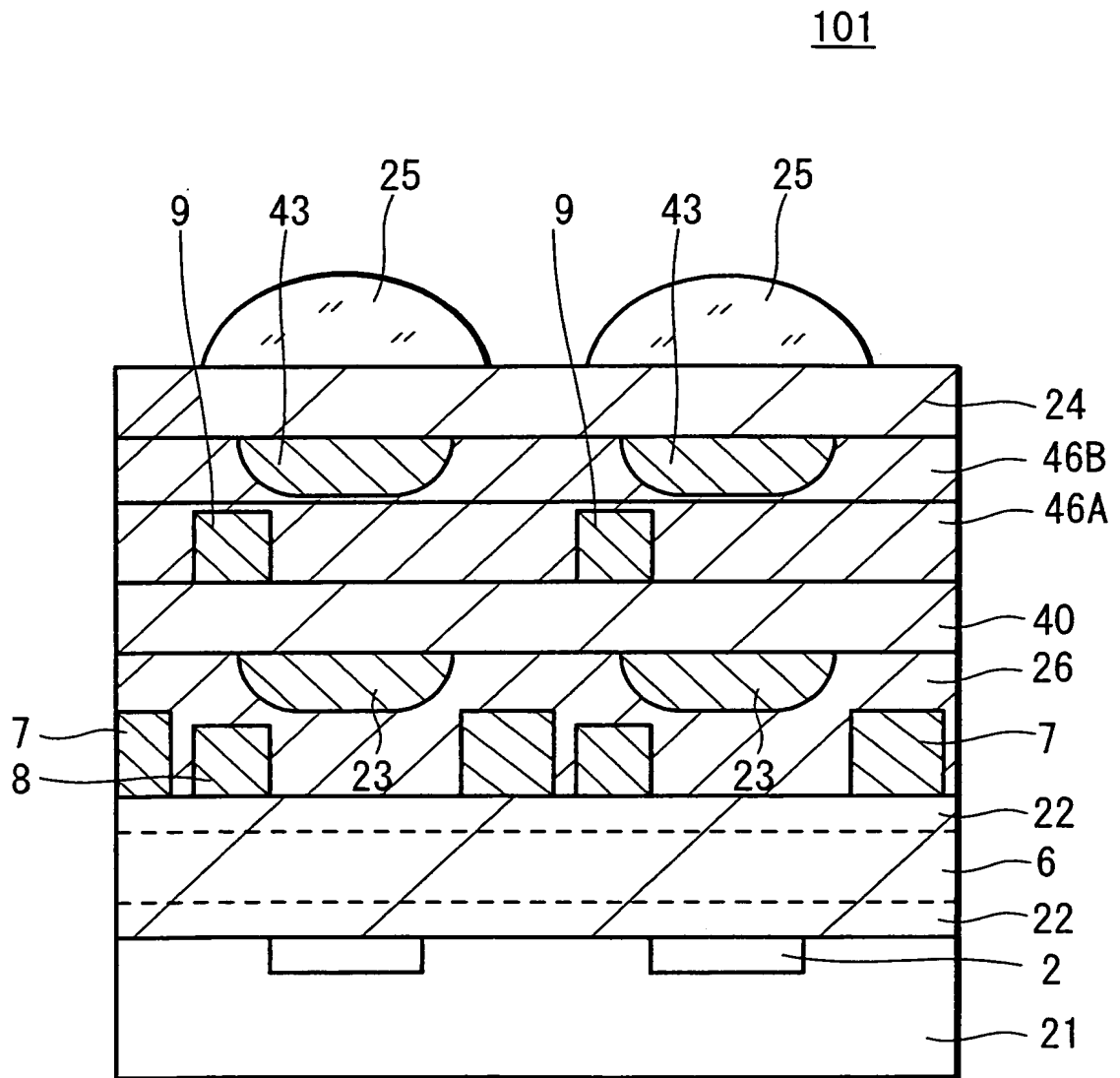


FIG. 15



引用符号の説明

1	・ ・ ・ ・ ・	固体撮像素子
2	・ ・ ・ ・ ・	受光センサ部
3	・ ・ ・ ・ ・	垂直選択用スイッチ素子
4	・ ・ ・ ・ ・	読み出し用スイッチ素子
5	・ ・ ・ ・ ・	単位画素
6	・ ・ ・ ・ ・	垂直選択線
7	・ ・ ・ ・ ・	読み出しパルス線
8	・ ・ ・ ・ ・	垂直信号線
9	・ ・ ・ ・ ・	配線
1 1	・ ・ ・ ・ ・	半導体領域
1 2	・ ・ ・ ・ ・	ゲート電極
1 4	・ ・ ・ ・ ・	ゲート電極
1 5	・ ・ ・ ・ ・	一方の領域
1 6	・ ・ ・ ・ ・	他方の領域
2 1	・ ・ ・ ・ ・	半導体基板
2 2	・ ・ ・ ・ ・	層間絶縁層
2 3	・ ・ ・ ・ ・	層内集光レンズ
2 4	・ ・ ・ ・ ・	カラーフィルタ
2 5	・ ・ ・ ・ ・	オンチップマイクロレンズ
2 6	・ ・ ・ ・ ・	第 1 の絶縁層
2 7	・ ・ ・ ・ ・	レジストマスク
2 7 A	・ ・ ・ ・ ・	開口
2 8	・ ・ ・ ・ ・	凹部
2 9	・ ・ ・ ・ ・	第 2 の絶縁層
4 0	・ ・ ・ ・ ・	層間絶縁層
4 3	・ ・ ・ ・ ・	層内集光レンズ
4 6 A	・ ・ ・ ・ ・	絶縁層

4 6 B	・ ・ ・ ・ ・	第 3 の絶縁層
4 7	・ ・ ・ ・ ・	レジストマスク
4 7 A	・ ・ ・ ・ ・	開口
1 0 0	・ ・ ・ ・ ・	固体撮像素子
1 0 1	・ ・ ・ ・ ・	固体撮像素子
2 3 1	・ ・ ・ ・ ・	層内集光レンズ
2 6 1	・ ・ ・ ・ ・	第 1 の平坦化膜
2 7 1	・ ・ ・ ・ ・	リフロー膜
2 9 1	・ ・ ・ ・ ・	第 1 の絶縁層
2 9 1 A	・ ・ ・ ・ ・	凸状部
3 0 1	・ ・ ・ ・ ・	第 2 の絶縁層
3 0 2	・ ・ ・ ・ ・	第 2 の平坦化膜